

**МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 55-ЛЕТИЮ КГЭУ**

Казань, 8-10 ноября 2023 г.

Материалы конференции



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Казанский государственный энергетический университет»

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 55-ЛЕТИЮ КГЭУ

Казань, 8-10 ноября 2023 г.

Материалы конференции

Организаторы конференции



ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»



АО «Системный оператор Единой энергетической системы»



Благотворительный Фонд
«Надёжная смена»



При поддержке



Министерство энергетики Российской Федерации

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Информационный партнер



Журнал «Электроэнергия. Передача и распределение»

УДК 621.3
ББК 31.2
М 43

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «КГЭУ» *М. Ш. Гарифуллин*;
канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» *В. В. Федчишин*

Редакционная коллегия:

А. Г. Арзамасова (отв. редактор), О. В. Воркунов, В. В. Максимов

М 43 **Международная молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», посвященная 55-летию КГЭУ : материалы конференции (Казань, 8-10 ноября 2023 г.) / редкол. А. Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань : КГЭУ, 2023. – 726 с.**

ISBN 978-5-89873-655-2

Электронное издание

Опубликованы материалы международной молодежной научно-практической конференции «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике» по научным направлениям: электроэнергетические системы и сети; генерация, передача и потребление электрической энергии; релейная защита и автоматизация в электроэнергетических системах; электроснабжение и электрооборудование; трансформации в энергетике: экономика, политика, педагогика, коммуникации; первые шаги в электроэнергетику.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в области энергетики, а также для обучающихся образовательных учреждений энергетического профиля.

Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-655-2

© КГЭУ, 2023

НАПРАВЛЕНИЕ 1: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ. ГЕНЕРАЦИЯ, ПЕРЕДАЧА И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

УДК 621.311.243

КПД И МОЩНОСТЬ КАК ПАРАМЕТРЫ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Абдреев К.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

abdreev.kirill@mail.ru

Выбор солнечных панелей часто сводится к простому отношению необходимой потребителю мощности к мощности одной панели. Однако представление того, что солнечная панель способна выдавать одинаковую мощность в центральном и южном районе вызывает сомнения. В действительности расчёт необходимо вести опираясь на площадь и КПД солнечной панели, а мощность рассматривать лишь как один из параметров выбора панелей в зависимости от целей, стоящих перед ними.

Ключевые слова: солнечные панели, солнечное излучение, сумма излучения,

При расчёте и выборе солнечных панелей для электроснабжения какого-либо объекта часто допускается ошибка не учёта солнечной энергии отдельного выбранного региона. Солнечные панели способны работать при разных мощностях солнечного излучения. Номинальная мощность представляет собой мощность, которую выдаёт солнечная панель с учётом своего КПД и размера при излучении 1000 Вт на квадратный метр. Считать, что солнечная панель будет выдавать такую мощность без предварительных расчётов является ошибочным. Так же стоит помнить и о других важных параметрах региона влияющих на мощность солнечных панелей, таких как длительность солнечного дня и число солнечных дней в году[1].

Для расчётов возьмём солнечные панели компании CanadianSolar. Выбор пал на эту компанию так-как CanadianSolar известный производитель оборудования, связанного с солнечной генерацией энергии, а предоставляемая ими информация о панелях очень подробная[2, 3].

Таблица 1.

Характеристики солнечных панелей

солнечная панель	номинальная макс. Мощность ($P_{\text{ном.макс}}$)	КПД (η)	линейные размеры	площадь (S)
CS6W-575TB-AG	575 Вт	22.3 %	2278 × 1134 мм	2.583 м ²
CS6W-555TB-AG	555 Вт	21.5 %	2278 × 1134 мм	2.583 м ²
CS6W-580TB-AG	580 Вт	22.5 %	2278 × 1134 мм	2.583 м ²
CS7L-630TB-AG	630 Вт	22.3 %	2172 × 1303 мм	2.83 м ²

Для расчётов будем рассматривать 3 города. Мурманск, Казань и Сочи. Необходимые нам данные внесём в табл. 2[4, 5].

Таблица 2.

Характеристики солнечного излучения выбранных городов

город	сумма излучения за год ($P_{\Sigma\text{изл.год}}$)	сумма излучения за летний месяц	длительность солнечного дня (летний месяц)	среднее дневное излучение(летний месяц)
Мурманск	2852 МДж/м ²	584 МДж/м ²	18 ч	300.41 Вт
Казань	3608 МДж/м ²	641 МДж/м ²	17.3 ч	343.07 Вт
Сочи	4901 МДж/м ²	732 МДж/м ²	15 ч	451.85 Вт

Из характеристик панельных батарей можно заметить, что все они рассчитаны на максимальную удельную мощность 1000 Вт/м² солнечного излучения. Это можно проверить формулой.

$$P_{\text{уд.макс.изл}} = P_{\text{ном.макс}} / (\eta \times S) \quad (1)$$

Максимальная дневная мощность солнечного излучения, при грубом подсчёте примерно на 75% больше среднего значения. Тогда максимальная мощность в Сочи можно принять равной примерно 790 Вт/м². Видно, что в районе с высоким солнечным излучением, солнечная панель работает лишь на 80% от максимальной номинальной мощности[6].

Произведём расчёт мощности, выдаваемый выбранными панелями за год в выбранных городах по формуле.

$$P_{\Sigma \text{пан.год}} = P_{\Sigma \text{изл.год}} \times \eta \times S \quad (2)$$

И тот же удельный параметр на м².

$$P_{\Sigma \text{пан.год.уд.}} = P_{\Sigma \text{изл.год}} \times \eta \quad (3)$$

Таблица 3

Рассчитанные значения суммарной годовой мощности панелей и суммарной годовой удельной мощности панелей

Города и рассчитываемые мощности	CS6W-575TB-AG	CS6W-555TB-AG	CS6W-580TB-AG	CS7L-630TB-AG
Мурманск $P_{\Sigma \text{пан.год}}$	1643 МДж	1584 МДж	1658 МДж	1800 МДж
Казань $P_{\Sigma \text{пан.год}}$	2078 МДж	2004 МДж	2097 МДж	2277 МДж
Сочи $P_{\Sigma \text{пан.год}}$	2823 МДж	2722 МДж	2848 МДж	3093 МДж
Мурманск $P_{\Sigma \text{пан.год.уд.}}$	636 МДж/м ²	613 МДж/м ²	642 МДж/м ²	636 МДж/м ²
Казань $P_{\Sigma \text{пан.год.уд.}}$	805 МДж/м ²	776 МДж/м ²	812 МДж/м ²	805 МДж/м ²
Сочи $P_{\Sigma \text{пан.год.уд.}}$	1093 МДж/м ²	1054 МДж/м ²	1103 МДж/м ²	1093 МДж/м ²

Из формул и таблицы видно, что удельная мощность панелей зависит лишь от КПД. Об этом свидетельствуют значения $P_{\Sigma \text{пан.год.уд.}}$ для панелей CS6W-575TB-AG и CS7L-630TB-AG, так как они при равных КПД, но различных мощностях и площадях имеют равную удельную мощность.

Солнечные панели редко, когда способны работать на номинальной максимальной мощности, даже в районах с высоким показателем солнечного излучения. При выборе солнечных панелей, КПД выступает показателем удельной мощности. Он характеризует эффективность использования панелью своей площади. Мощность, или же совокупность КПД и площади определяют экономичность батареи. Более мощная панель, хотя и использует большую площадь, выдаёт больше мощности, соответственно потребуется меньше панелей для удовлетворения потребителя.

Источники

1. Воркунов, О. В. Перспективы практического применения солнечных электроэнергетических систем в Казани / О. В. Воркунов, А. А. Галиев //

Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2015. – № 1-2. – С. 57-60.

2. CanadianSolar // TOPBiHiKu6 CS6W-555|560|565|570|575|580TB-AG URL: https://static.csisolar.com/wp-content/uploads/2022/09/09154046/CS-Datasheet-TOPBiHiKu6-TOPCon_CS6W-TB-AG_v1.7_EN.pdf(дата обращения: 15.10.2023).

3. CanadianSolar // TOPBiHiKu7 CS7L-615|620|625|630|635TB-AG URL: https://static.csisolar.com/wp-content/uploads/2022/12/21125328/CS-Datasheet-TOPBiHiKu7-TOPCon_CS7L-TB-AG_v1.5_EN.pdf (дата обращения: 15.10.2023).

4. Производственная компания «АНДИ Групп» // Солнечная инсоляция в городах России и СНГ URL: <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii/> (дата обращения: 15.10.2023).

5. Солнечный календарь в Сочи на июль 2023 года URL: <https://ru.365.wiki/world/russia/sochi/sun/calendar/july/> (дата обращения: 15.10.2023).

6. United Smart Technologies // Данные солнечного излучения URL: <http://ust.su/solar/media/section-inner12/1585/> (дата обращения: 15.10.2023).

MINIGRID И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОБСТВЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Абдреев К.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

abdreev.kirill@mail.ru

Собственная генерация электроэнергии является перспективным направлением развития электроэнергетики. Она производит более дешёвую энергию, за счёт наиболее эффективного использования энергоресурсов, совместно с этим автономность от единой энергосистемы делает такую электроэнергию более надёжной. В случае же необходимости такой потребитель способен восполнять дефицит энергии через сеть. С другой же стороны такой потребитель вынуждает поддерживать электрооборудование сети в должном состоянии, не восполняя затраты на это для сети. Для дальнейшего функционирования и восполнения таких издержек, стоимость электроэнергии поднимается, что в свою очередь сказывается большей степенью на оставшихся потребителях. Minigrid являясь частью общей системы, но обладая автономностью и функционируя на источниках собственной генерации представляется способом решения проблемы собственной генерации.

Ключевые слова: собственная генерация, Minigrid, возобновляемые источники энергии, единая энергосистема

Желание потребителей получать более надёжную и дешёвую электроэнергию приводит к переходу на собственную генерацию (СГ)[1]. Стоимость электроэнергии полученной собственной генерацией газогенераторов в несколько раз дешевле полученной через единую энергосистему (ЕЭС). Так как уменьшаются потери при транспортировке электроэнергии, отпадает необходимость потребителю платить за содержание этих систем. Особенно сильно это выражено для предприятий, в связи с повышенной стоимостью электроэнергии для них в рамках перекрёстного субсидирования[2]. Так же собственная генерация открывает возможность использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), за счёт снижения стоимости такой энергии при собственном её производстве как уже было указано выше. А значит и повышается их конкурентоспособность, на это положительно влияет так же постепенное снижение стоимости солнечных батарей и прочих ВИЭ[3, 4].

Однако для ЕЭС собственная генерация несёт пагубное влияние. Потребитель перестаёт платить за электроэнергию в полном объёме, восполняя лишь её дефицит. Однако может в любой момент перейти на снабжение от ЕЭС, что вызывает необходимость содержать электрооборудования ЕЭС в

полном объёме при отсутствии необходимой доходности. Это сказывается на стоимости электроэнергии для остальных потребителей[3].

Решением проблемы собственной генерации могут стать Minigrid. Minigrid – это совокупность нагрузок и одного или нескольких источников энергии, работающих как единая система, обеспечивающая электроэнергией и, возможно, теплом, изолированная от основной энергосистемы. Современные Minigrid могут включать в себя выработку энергии на основе ВИЭ и ископаемого топлива, средства накопления энергии и управления нагрузкой. Так же такие системы обладают свойством масштабируемости, что обеспечивает способностью включать новые генерирующие мощности для удовлетворения растущей нагрузки[4, 5].

Принцип работы Minigrid характеризует схема:

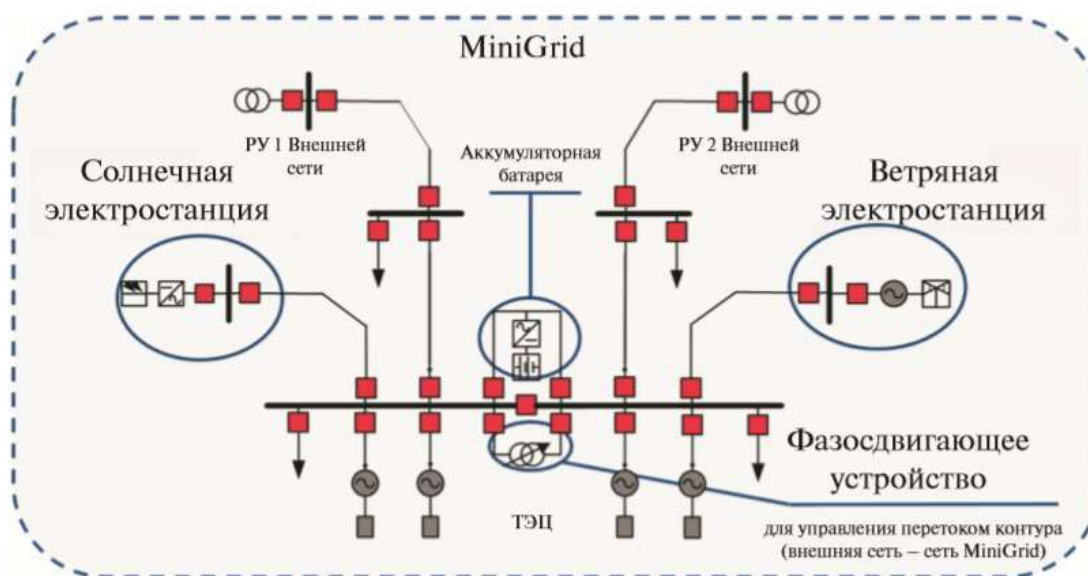


Рис. Однолинейная принципиальная схема Minigrid[4]

На закрытое распределительное устройство приходит производимая Minigrid энергия, она может получаться как с помощью газопоршневых генераторов и других ископаемых источников энергии, так и с помощью солнечных, ветряных и других ВИЭ. Производимая источниками энергия в зависимости от схемы, состояния системы и других факторов может как быть избыточной, с отдачей лишней энергии через подстанцию в основную сеть, так и дефицитной и восполняться либо системами аккумуляции энергии, либо через ЕЭС[6].

Minigrid сохраняют в себе многие достоинства собственной генерации, заключающиеся в максимально эффективном использовании ресурсов, а соответственно получение наиболее дешёвой электроэнергии и возможность использования ВИЭ. Собственная генерация способствует более надёжному электроснабжению, в связи с независимостью от внешней сети. При этом

Minigrid работают совместно с ЭЭС, как отдельный её район с выдачей в моменты избытка энергии и потреблением в дефицитные[7].

Источники

1. Тарифы на электроэнергию как стимулирующий фактор развития распределенной генерации в России / М. Ш. Гарифуллин, С. О. Каминский, М. И. Лашманова, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 81-96.

2. Феоктистов, Д.И. Применение технологии смарт-контрактов блокчейн в области энергетики / Д.И. Феоктистов, О.В. Воркунов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2022. – № 6. – С. 48-50.

3. Илюшин П.В. Перспективные направления развития распределительных сетей при интеграции локальных интеллектуальных энергосистем / П. В. Илюшин // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2021. – № 4(67). – С. 70-80.

4. A. Gill-Wiehl Beyond customer acquisition: A comprehensive review of community participation in mini grid projects / A. Gill-Wiehl, S. Miles, J. Wu, D.M. Kammen // Renewable and Sustainable Energy Reviews – 2022. – January 2022 – 111778 – <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111778>

5. Baring-Gould, Ian; Burman, Kari; Singh, Mohit; Esterly, Sean; Mutiso, Rose; McGregor, Caroline (2016). Quality Assurance Framework for Mini-Grids (PDF). NREL and US DOE. p. 1.

6. Исследование устойчивости параллельной работы локальной системы энергоснабжения малой мощности с внешней электрической сетью энергосистемы / А. Г. Фишов, А. И. Марченко, В. В. Денисов, И. С. Мурашкина // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2020. – № 1. – С. 116-127. – DOI 10.31857/S0002331020010136.

7. Яхин Ш.Р. Разработка комбинированной модели надежности распределительной сети на основе метода Монте-Карло с оценкой эффективности мероприятий по секционированию участков / Ш. Р. Яхин, К. Д. Фомин, И. Ф. Галиев // Тинчуринские чтения - 2023 "Энергетика и цифровая трансформация": Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 26–28 апреля 2023 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 160-164.

РАЗНИЦА В ПОЛНОЙ СТОИМОСТИ ВЛАДЕНИЯ СУХИМ И МАСЛЯНЫМ ТРАНСФОРМАТОРАМИ.

Абдреев К.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

abdreev.kirill@mail.ru

Сухие трансформаторы имеют ряд достоинств в сравнении с масляными, однако их, зачастую, более высокая цена является причиной выбора вторых. Вместе с тем, сухие трансформаторы имеют меньшие потери короткого замыкания, что так же влияет на стоимость трансформатора, однако теперь уже не на первоначальные, а на полную стоимость владения трансформатором. Выявление этого влияния и лежит в основе данной работы.

Ключевые слова: полная дисконтированная стоимость владения трансформатором, сухие трансформаторы, потери короткого замыкания, нагрузочные потери.

Применение сухих трансформаторов имеет ряд технологических преимуществ в сравнении с масляными трансформаторами. Отсутствие масла, а значит и горючего вещества, повышает пожароустойчивость трансформатора. Так же отсутствие масла, в случае аварии, убирает возможность разлива этого масла, что положительно влияет на экологичность оборудования. Сухие трансформаторы легче и меньше масляных, это уменьшает занимаемое ими место и облегчает транспортировку. Высокая пожароустойчивость и несколько слоёв изоляции увеличивают их безопасность для людей. Сухие трансформаторы хорошо выдерживают перегрузки и более устойчивы к току короткого замыкания, а малый нагрев таких трансформаторов увеличивает их срок службы. Среди минусов можно отметить следующее: в случае выхода из строя одной обмотки, необходимо полностью заменить высоковольтную и низковольтную обмотку. А цена на сухие трансформаторы выше, чем на масляные[1].

Зачастую вопрос цены, особенно в России, встаёт на первое место, несмотря на все достоинства сухих трансформаторов. Цена первоначальных капиталовложений оказывается решающей, хотя это не единственный параметр, характеризующий стоимость владения трансформатором. Сухие трансформаторы имеют значительно меньшие нагрузочные потери, хотя и несколько большие потери холостого хода. А эти параметры значительно влияют на полную стоимость владения трансформатором. Для выяснения

разницы в полной стоимости владения сухим и масляным трансформатором произведём соответствующий расчёт.

Полная дисконтированная стоимость владения трансформатором без учёта стоимости обслуживания вычисляется по формуле:

$$C_{\Pi} = C_{\text{ц}} + k_0 P_0 + k_{\text{н}} P_{\text{н}} \quad (1)$$

$C_{\text{ц}}$ – первоначальные разовые затраты, руб. Они будут определяться стоимостью трансформатора, стоимость монтажа и доставки мы в расчёте опустим; P_0 – потери холостого хода, кВт; $P_{\text{н}}$ – Нагрузочные потери трансформатора, кВт; $k_{\text{н}}$ – удельная дисконтированная стоимость нагрузочных потерь, руб./кВт; k_0 – удельная дисконтированная стоимость потерь холостого хода, руб./кВт. Она будет определяться по формуле:

$$k_0 = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \cdot C_{\text{кВт}\cdot\text{час}} \cdot T_p \quad (2)$$

i – норма процента доходности, %; $C_{\text{кВт}\cdot\text{час}}$ – стоимость электроэнергии на момент расчёта, руб./кВт · ч; n – срок службы трансформатора; T_p – количество часов работы трансформатора в год; час/год.

$$k_{\text{н}} = k_0 \cdot \left(\frac{I_{\text{э}}}{I_{\text{н}}}\right)^2 \quad (3)$$

$I_{\text{э}}$ – эквивалентный ток нагрузки трансформатора; $I_{\text{н}}$ – номинальный ток нагрузки трансформатора[2].

Расчёт будем производить для трансформаторов напряжением 10/0,4 с мощностями от 250 до 2500 кВА. Сравниваться будут сухие трансформаторы ТСЗ и ТСЛ с масляными трансформаторами ТМ. Определимся с коэффициентами, норму процента доходности возьмём равной 7%. Срок службы для обоих видов трансформаторов составляет 30 лет. Средняя стоимость электроэнергии на май 2023-го года в России равна 4,91 руб./кВт · ч.

Отношение эквивалентного тока и номинального тока нагрузки будет равно 0.9, если это блочный трансформатор электростанции, и 0.7, если это трансформатор промышленных предприятий или городских подстанций. Расчёт произведём для обоих случаев, для определения зависимости общих затрат от него, однако будем помнить, что в нашем случае используется трансформатор городских подстанций.

Нагрузочные потери имеют формулу:

$$P_H = \frac{P^2}{U_L^2 \cdot \cos^2(\varphi)} = \frac{P^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot U_H^2}{S_H^2 \cdot \cos^2(\varphi) \cdot U_L^2} \quad (4)$$

P – передаваемая мощность, кВт; U_L – линейное напряжение, кВ; $\cos^2(\varphi)$ – коэффициент мощности; $\Delta P_{кз}$ - потери короткого замыкания, кВт; U_H – номинальное напряжение, кВ. Передаваемая мощность определяется как:

$$P = S_H \cdot K_3 \cdot \cos(\varphi) \quad (5)$$

K_3 – коэффициент загрузки. Подставим формулу 5 в формулу 4. [3]

$$P_H = \frac{(S_H \cdot K_3 \cdot \cos(\varphi))^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot U_H^2}{S_H^2 \cdot \cos^2(\varphi) \cdot U_L^2} = \frac{K_3^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot U_H^2}{U_L^2} \quad (6)$$

В нашем случае различаться будут лишь значения потерь короткого замыкания. Коэффициент загрузки возьмём равным 0.7, напряжения линейные и номинальные будут соответственно 0.38 кВ и 0.4 кВ.

Теперь можем произвести расчёт полной дисконтированной стоимости владения трансформаторов. Возьмём 3 различных трансформатора ТМ, ТСЛ и ТСЗ и 4 вариации их мощностей, для выявления закономерности. Внесём рассчитанные значения в таблицу.

Таблица 1

Полные дисконтированные стоимости владения wybranными трансформаторами[4].

	P0	Pкз	Сц	итого(0,7)	итого(0,9)
ТСЗ-250/(6)10/0,4	1,25	2,87	636 000	1708540	1972580
ТСЛ-250/(6)10/0,4	0,9	3	592 000	1496800	1772800
ТМ-250/10/0,4	0,58	3,7	324 000	1157960	1498360
ТСЗ-1000/(6)10/0,4	1,92	8,5	1476000	3704440	4486440
ТСЛ-1000/(6)10/0,4	2,15	8,4	1476000	3812600	4585400
ТМ-1000/10/0,4	1,55	10,8	977000	3335200	4328800
ТСЗ-1600/(6)10/0,4	3,1	11,5	2000000	5282200	6340200
ТСЛ-1600/(6)10/0,4	3,2	11,3	2154000	5461000	6500600
ТМ-1600/10/0,4	2,1	16,5	1500000	4960200	6478200
ТСЗ-2500/(6)10/0,4	4,8	12	2348000	6605600	7709600
ТСЛ-2500/(6)10/0,4	4,6	17,5	2256000	7188200	8798200
ТМ-2500/10/0,4	3,35	26,3	2654000	8170800	10590400

Масляные трансформаторы малой мощности (250кВА) примерно на 22,6% дешевле, чем сухие. Однако этот показатель снижается до 6,1% при повышении рассматриваемых трансформаторов до мощности 1600кВА. При мощности в 2500 кВА уже масляные трансформаторы будут обходиться на 23,7% дороже, чем сухие. Тенденция заключается в уменьшении полной стоимости владения сухим трансформатором в сравнении с масляным при увеличении мощностей рассматриваемых трансформаторов. Причина этого кроется в потерях короткого замыкания и холостого хода. Разница потерь холостого между сухими и масляными трансформаторами уменьшается с увеличением мощности, в то время, как разница потерь короткого замыкания лишь увеличиваются, увеличивая тем самым нагрузочные потери масляных трансформаторов.

Так же стоит отметить, что чем меньше разница эквивалентного и номинального токов, тем ещё ярче выражается влияние потерь короткого замыкания на полную стоимость владения трансформатором. Однако такое использование маломощных трансформаторов маловероятно, поэтому больше внимания уделяется случаю использования трансформатора городской подстанцией. То есть отношением токов 0,7.

Сухие трансформаторы, хотя часто имеют большую стоимость при покупке, однако, помимо всех своих преимуществ, способны уменьшить потери, тем самым уменьшая полную дисконтированную стоимость владения трансформаторами. Чем выше мощность рассматриваемых в сравнении сухих и масляных трансформаторов, тем меньше разница полной стоимости владения между ними. Более того, при достижении определённой мощности, владение сухим трансформатором становится более выгодным, чем владение масляным. Однако сухие трансформаторы выпускают лишь на очень малые мощности. Развитие и, как следствие, использование более мощных сухих трансформаторов, возможно, так же способствовало бы уменьшению стоимости владения трансформаторами[5].

Источники

1. Абдреев, К. А. Конкуренентоспособность трансформаторов сухого типа с масляными трансформаторами. / К. А. Абдреев // энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. – 2022. – в. 2, Том 2 – С. 135-137.
2. Макаров, С. В. Полная стоимость владения силовым трансформатором / С. В. Макаров // Энергия единой сети. – 2017. – № 1(30). – С. 46-48.

3. Влияние коэффициента мощности на потери в силовом трансформаторе // Нагрузочные потери в элементах сети URL: <https://khomovelectro.ru/articles/vliyanie-koeffitsienta-moshchnosti-na-poteri-v-silovom-transformatore.html> (дата обращения: 30.09.2023).

4. Силовые трансформаторы, энергетическая компания URL: <http://transform74.ru/> (дата обращения: 30.09.2023).

5. Савинцев, Ю. М. Алгоритмы выбора поставщика энергоэффективных трансформаторов разных типов / Ю. М. Савинцев // Энергоэксперт. – 2020. – № 3(75). – С. 63-71.

6. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 27–28 октября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь; Министерство науки и высшего образования РФ; Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

СИММЕТРИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА В СЕТЯХ 0,4 КВ

Азин Р.Р.¹, Гильфанов К.Х.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹azin.rodion@mail.ru, ²kamil.gilfanov@yandex.ru

Науч.рук. проф. Маклецов А.М.

В данной работе проводится анализ существующих видов симметрирующих устройств в трёхфазных сетях. Выделены основные функции рассматриваемого устройства, ключевые особенности и преимущества.

Ключевые слова: электрические сети, трёхфазный ток, выравнивание токов, потери, качество электроэнергии.

В настоящее время остро обстоит проблема с обеспечением надёжности электроснабжения в различных отраслях народного хозяйства. В соответствии с ПУЭ, Гражданским кодексом РФ, электроэнергия должна отвечать определённым критериям качества ГОСТ и других нормативных актов или документов на оказание услуг.

По анализу существующего опыта, в эксплуатируемых сетях 0,4 кВ достаточно неравномерно производится распределение однофазных потребителей, из-за этого создаётся перегрузка отдельных фаз и соответственно, недогрузка других. В результате возникает «перекос фаз», которые характеризуются несимметрией токов. Несимметрия возникает из-за случайных включений и отключений потребителей, уменьшает мощность выпрямителей и снижает эффективность компенсирующих или регулирующих устройств.

Если говорить о вреде несимметрии, то можно сказать, что это негативно влияет на работу асинхронных двигателей (АД) и их долговечность – при несимметрии напряжения в 5% мощность АД снижается на 10-20% и снижается срок службы сокращается в 2 раза[1].

С целью повышения качества симметрирования токов и напряжений в распределительных сетях 0,4 кВ рекомендуется применять симметрирующих устройства (СУ) для трёхфазной четырёхпроводной сети с регулируемыми параметрами (рис. 1). Данное устройство состоит из шести ёмкостей, которые подключаются «звездой» и катушки индуктивности с дополнительным выводом. Эта катушка подключается к общей точке звезды, а с другой стороны к нулю[2].

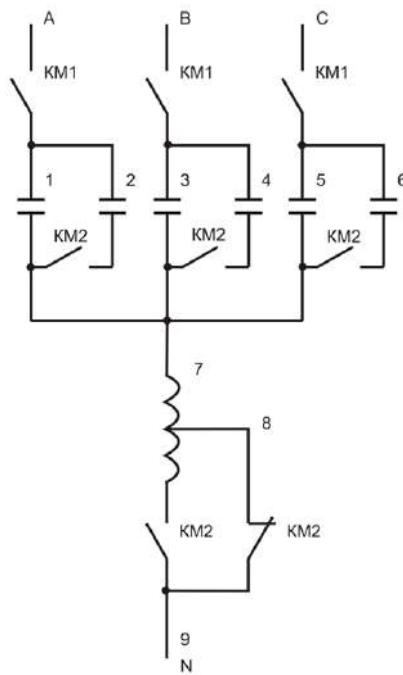


Рис.1. Однолинейная схема симметрирующего устройства для 3-х фазной четырёхпроводной сети с регулировкой параметров

Данная система управляется автоматически с помощью токов нулевой последовательности с применением бесконтактных элементов (рис.2).

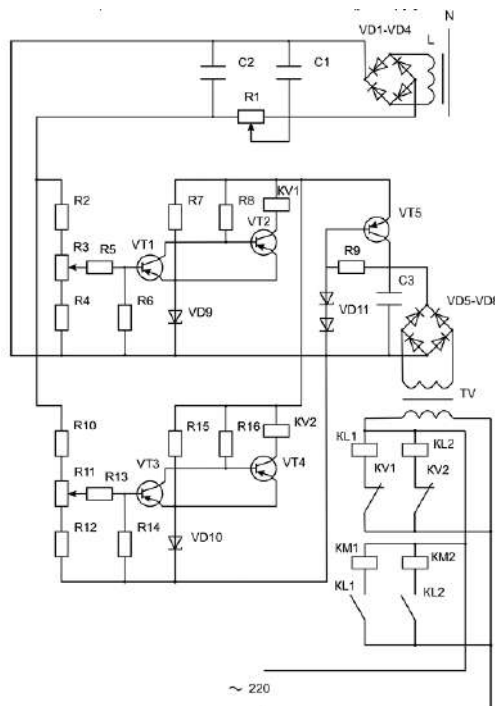


Рис.2. Схема управления симметрирующим устройством в функции тока нулевой последовательности

Автоматизированная система имеет две ступени управления мощностью, плавность включения ступени мощности обеспечивается использованием бесконтактных элементов. В совокупности данных факторов можно сказать, что такая система эффективна и надёжна, легко обслуживается и не требует закупки несерийных элементов.

Данное симметрирующее устройство при помощи автоматики отключается от сети при достижении тока в «нуле» наименьшей величины, которая отвечает допустимым значениям несимметрии токов и напряжений.

Для того, чтобы повысить эффективность данного устройства рекомендуется использовать предварительно автоматизированную систему расчёта оптимальных мест установки СУ, которая способна решать несколько задач: накопление данных об интересующем участке системы; проектирование схемы электроснабжения с учетом параметров исходных данных и установленными СУ; анализирование качества электроэнергии по несимметрии напряжений; расчёт оптимального места установки СУ. Методика создания данной системы отражена в работе[3].

Подводя итоги, можно сказать, что вышерассмотренные устройства и алгоритмы позволят обеспечивать потребителя соответствующим качеством электроэнергии при перегрузке одной из фаз, а также электроснабжающей компании определить место установки симметрирующего устройства с учётом особенностей потребителей и параметров электрической сети.

Источники

1. Разработка алгоритма симметрирования нагрузок в сетях 0,4 кВ при распределенной нагрузке вдоль линии / Л. Куок Кыонг, А. М. Маклецов, А. Альзаккар [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 2. – С. 87-97. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-2-87-97.

2. Наумов, И. В. Симметрирующее устройство для трёхфазной четырёхпроводной сети с регулируемыми параметрами / И. В. Наумов, Д. А. Иванов // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 4. – С. 191-194.

3. Романова В.В. Программа определения оптимального места установки средств симметрирования в системах электроснабжения 0,4 кВ с электродвигательной нагрузкой // Журнал СФУ. Техника и технологии. 2020. №5.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В PVSYST

Али Н.К.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

tobac15@mail.ru

Науч. рук. доц. Петров Т.И.

В тезисе представлены возможности программного обеспечения PVSyst, моделирование и результаты солнечной электростанции и продемонстрированы предварительные результаты для станции в Bāb ash Shaykh (Ирак)

Ключевые слова: солнечная энергетика, моделирование, станция.

Во всем мире потребность в энергии увеличивается из-за различных факторов, но добыча ископаемого топлива ограничена. Для решения этой проблемы большинство стран внедрило проекты солнечных фотоэлектрических систем для производства экологически чистой энергии, в том числе и Ирак[1-3].

Ирак имеет огромные возможности для производства электроэнергии из солнечной радиации. Благодаря удобному географическому положению, страна почти круглый год получает огромное количество солнечного излучения.

В этом анализе для моделирования используется программа PVSyst.

Данное программное обеспечение можно использовать для проектирования параметров типа фотоэлектрического модуля[4,5], типа инвертора, установленной мощности системы и режима установки. Фотоэлектрическую систему выработки электроэнергии также можно использовать для моделирования выработки электроэнергии и цифрового анализа.

Необходимые данные для работы с данной программой: количество энергии, произведенной фотоэлектрической батареей за соответствующие месяцы с января по декабрь, энергия, подаваемая пользователю. Энергия, подаваемая в сеть в месяц, и энергия, используемая из сети в зависимости от нагрузки, подаваемой в систему.

Существует три способа определения оптимального угла наклона панелей в PVSyst в зависимости от того, в какое время года происходит оптимизация. Эти три типа представляют собой оптимизацию, основанную на годовой, зимней и летней интенсивности радиации. Таким образом, используя среднюю годовую интенсивность излучения, был получен угол, необходимый для установки панелей.

На основе географического дизайна и метеорологических данных, генерируемых программным обеспечением, процесс проектирования PVSYST позволяет быстро рассчитать параметры каждой части системы для моделирования.

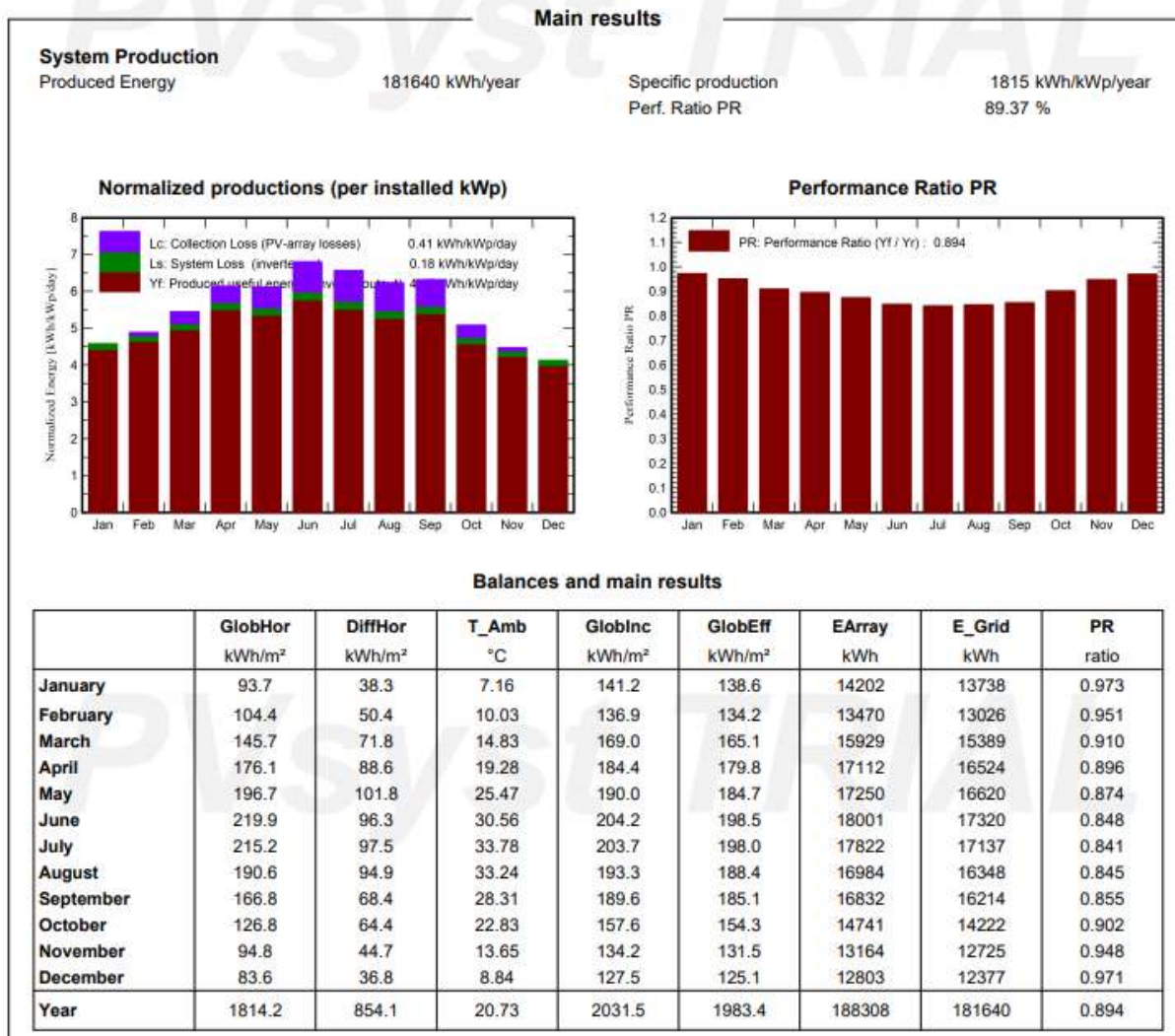


Рис. Пример представления расчетов в Pvsyst

Пример расчетов программы Pvsyst представлены на рис. 1. В этой части указаны нормированные объемы производства и коэффициент производительности каждого месяца. При этом коэффициент производительности составляет 89,37%, при этом система работает в хорошем состоянии. Нормализованное производство дает три важных параметра (кВт·ч/кВт/день):

- Потери фотоэлектрических элементов - 0,41.
- Потери на каждом из элементов системы - 0,18.
- Полезная мощность 4,23.

Система, разработанная в этой статье, моделирует применение фотоэлектрической системы для станции в Bāb ash Shaykh (Ирак). Программа PVsyst позволяет проектировать любые солнечные электростанции, что позволяет использовать её для предварительного расчета эффективности проектируемых объектов.

Источники

1. Changing the design of a synchronous motor after testing / T. Petrov, V. Kornilov, A. Safin [et al.] // E3S Web of Conferences, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. – Saint-Petersburg, 2020. – P. 01030. – DOI 10.1051/e3sconf/202022001030.

2. Бездатчиковый метод контроля положения подвижного элемента электрической машины возвратно-поступательного действия / Р. Р. Гибадуллин, А. Н. Цветков, Д. В. Большакова [и др.] // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2019. – № 1. – С. 16-24.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618047 Российская Федерация. Программа реализации системы автоматизированного управления на основе данных комплекта датчиков технологических параметров и заложенных алгоритмов : № 2023616588 : заявл. 06.04.2023 : опубл. 18.04.2023 / А. Р. Сафин, А. Н. Цветков, Т. И. Петров, В. Р. Басенко ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

4. Методика оценки результатов диагностики кабельных линий среднего напряжения с применением вероятностной модели надежности / Н. К. Мифтахова, И. В. Ившин, В. А. Гаврилов, Р. А. Гимадиев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 5-6. – С. 114-118.

5. Nemirovskiy, A. Experimental study of the relationship between the technical state of a power transformer and the parameters of the higher harmonic components of currents and voltages generated by it / A. Nemirovskiy, E. Gracheva, M. Bashirov // Sustainable Energy Systems: innovative perspectives: Conference proceedings, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. – Saint-Petersburg: Springer, Cham, 2021. – P. 155-166. – DOI 10.1007/978-3-030-67654-4_18.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНОМ КАБЕЛЕ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Ахмадеев А.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Филиал АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1, г. Казань, Россия

Aazat.97@mail.ru

Науч. рук. проф. Усачев А.Е.

В тезисе представлены результаты ряда моделирований дефектов в кабеле с изоляцией из сшитого полиэтилена. По данным моделирования построена зависимость размера дефекта, представленного в виде газового включения, от расстояния до токоведущей жилы, а также рассмотрена возможность возникновения частичного разряда в дефекте.

Ключевые слова: частичный разряд, дефект, изоляция, кабель.

Ежегодно энергетические компании теряют средства и ресурсы вследствие повреждения кабельных линий[1]. Анализируя статистику можно прийти к выводу, что чаще всего причиной становится плохое состояние изоляции кабельной линии. Нередко такое состояние связано с появлением и развитием частичных разрядов в кабеле. Электрическая изоляция является важным элементом, требующим контроля, поскольку она подвержена выходу из строя при высоких электрических нагрузках[2]. Поэтому необходим контроль состояния изоляции кабельных линий на предмет частичных разрядов.

Для оценки возможности возникновения частичного разряда в дефекте в виде газового включения в высоковольтном кабеле с изоляцией из сшитого полиэтилена было использовано программное обеспечение FEMM 4.2. Данная программная среда позволяет анализировать электромагнитные поля с использованием конечно-элементного метода. Исходные данные для моделирования представлены в таблице ниже.

При интерпретации результатов моделирования необходимо учесть результаты измерений и расчета минимального постоянного электрического поля пробоя воздуха при атмосферном давлении в плоском межэлектродном промежутке при различных межэлектродных расстояниях[3].

Характеристики кабеля ПвПг 1000/850

Тип кабеля:	ПвПг 1000/850
Материалы:	Медь (токоведущая жила) Поливинилхлорид (полупроводящий экран по токоведущей жилы) Поливинилхлорид (изоляционный слой) Воздух (дефект в виде каверны с воздухом) Поливинилхлорид (полупроводящий экран по изоляции)
Граничные условия:	Фазное напряжение (89 кВ) Земля (0 кВ)

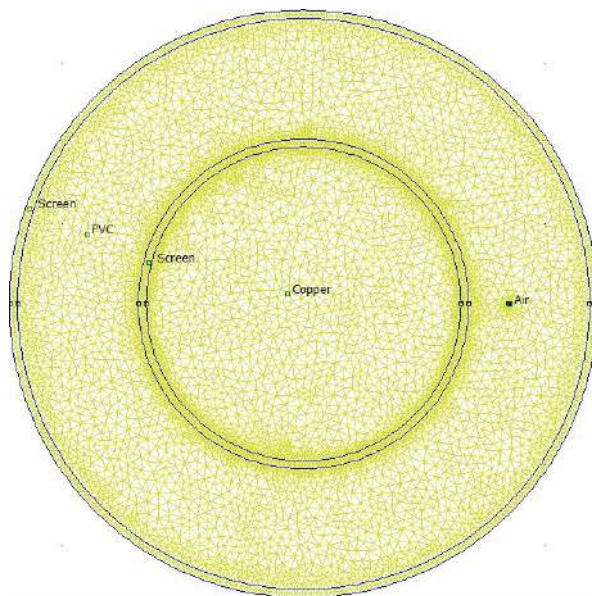


Рис. 1. Модель в программной среде FEMM 4.2

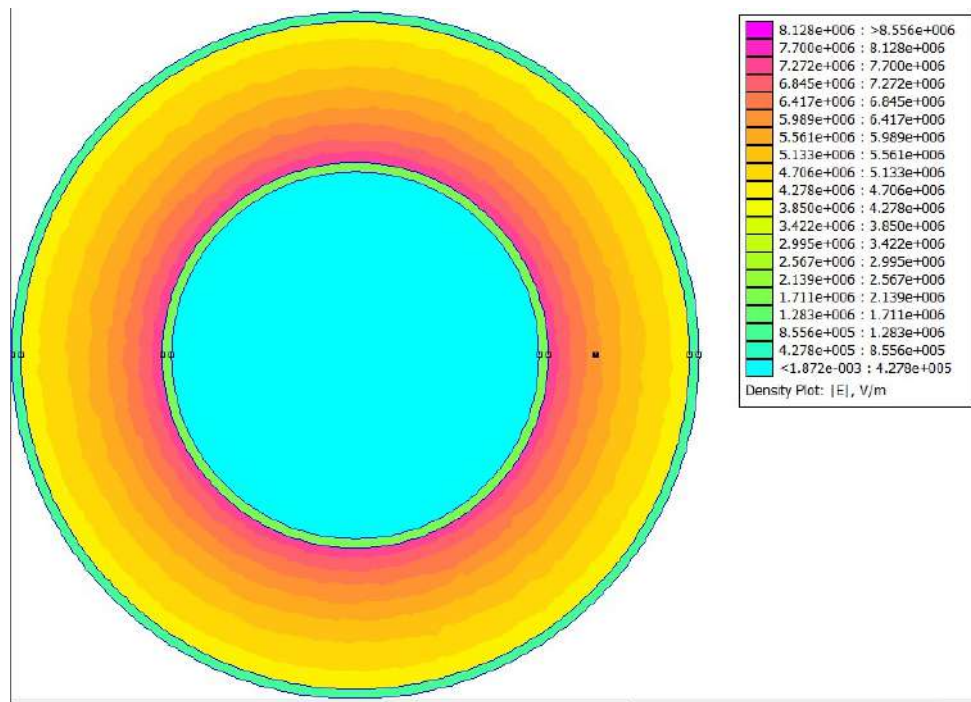


Рис. 2. Распределение электрического поля по кабелю

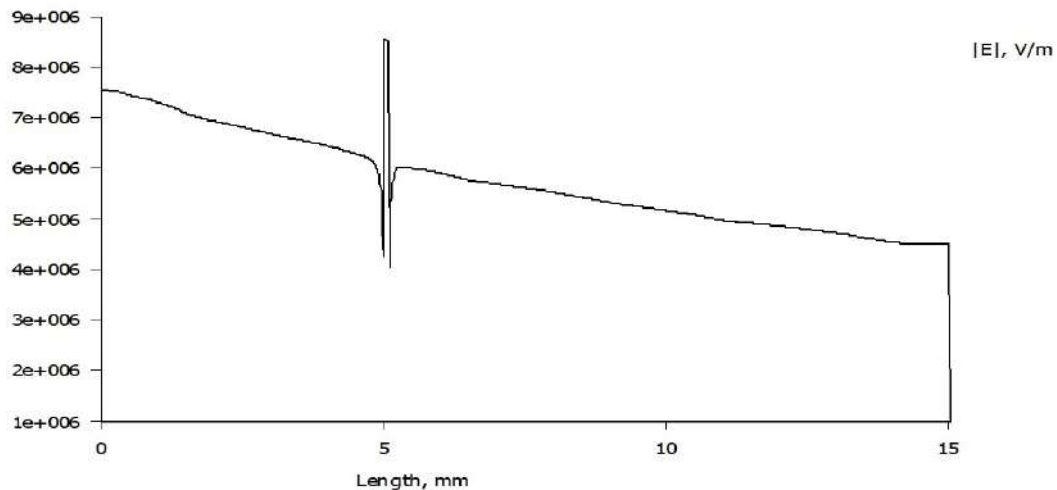


Рис. 3. Распределение напряженности электрического поля в изоляционном слое при дефекте размером 0,1 мм на расстоянии 5 мм от токоведущей жилы

Данные, полученные при моделировании, позволяют сделать вывод о зависимости размера дефекта в виде каверны с воздухом от расстояния до токоведущей жилы. К примеру, дефект толщиной 0,5 мм возможен на любом расстоянии от токоведущей жилы. Следовательно, и появление и развитие частичного разряда возможно в данном дефекте.

Источники

1. Ахмадеев А.А. Способы измерения и проблемы регистрации частичных разрядов в кабельных линиях // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика. - Казань: Центр публикационной активности КГЭУ, 2021. - С. 3-5.

2. Галиева Т.Г., Иванов Д.А., Садыков М.Ф., Андреев Н.К., Хамидуллин И.Н. Метод и устройство диагностики состояния высоковольтных изоляторов на основе непрерывной регистрации пространственного уровня электромагнитного излучения частичных разрядов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. - 2022. - №24. - С. 165-177.

3. Александров А.Ф., Бычков В.Л., Грачев Л.П., Есаков И.И., Ломтева А.Ю. Ионизация воздуха в околокритическом электрическом поле // Журнал технической физики. – 2006. – том 76.- С. 38-43

СОВРЕМЕННЫЕ ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ (ДО 2 МВТ)

Ахмадиева Л.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

ahmadievaliliyaya@mail.ru

Науч.рук. проф. Гарифуллин М.Ш.

Данный тезис рассматривает современные ветрогенераторы малой мощности, которые играют важную роль в модернизации энергетической системы, обеспечивая экологически чистое и устойчивое производство электроэнергии.

Ключевые слова: ветрогенераторы, малая мощность, возобновляемые источники энергии, ветроэнергетические устройства, традиционные источники энергии.

Современные ветрогенераторы малой мощности (до 2 Мвт) представляют собой инновационные устройства, способные эффективно преобразовывать кинетическую энергию ветра в электрическую. Такое использование возобновляемых источников энергии позволяет значительно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить зависимость от традиционных источников энергии.

Основными компонентами современных ветрогенераторов малой мощности являются ветроэнергетические установки и системы управления. Они эффективно захватывают энергию ветра с помощью специальных лопастей ротора и преобразуют ее в вращательное движение. Затем энергия передается на генератор, который преобразует ее в электрическую энергию. Современные системы управления обеспечивают стабильность работы ветрогенератора в различных условиях, оптимизируют производство энергии и контролируют его эффективность[1].

Ветрогенераторы малой мощности обычно имеют мощность от нескольких киловатт до 2 Мвт. Они компактны, легки в установке и обладают высокой надежностью. Для малых ветрогенераторов характерны следующие технические характеристики:

- Высота башни: обычно от 10 до 30 метров, в зависимости от размера ветрогенератора и потенциала ветра в местности. Более высокие башни позволяют использовать сильный ветер на большей высоте.
- Диаметр ротора: от 3 до 50 метров. Большой диаметр ротора обеспечивает большую площадь сбора энергии из ветра и, соответственно, большую мощность генератора.

- Скорость ветра для работы генератора: обычно от 3 до 25 м/сек. Множество ветрогенераторов начинают генерировать электричество при скорости ветра около 3 м/сек и достигают максимальной мощности при скорости около 12-15 м/сек.

Ветрогенераторы малой мощности имеют ряд преимуществ и недостатков.

К основным достоинствам ветрогенераторов следует отнести:

- отсутствие вредных выбросов;
- независимость от централизованной электросети;
- использование ветрогенераторов позволяет снизить затраты на электроэнергию в долгосрочной перспективе.

Основными недостатками являются:

- зависимость от ветра: работа ветрогенераторов зависит от наличия ветра, поэтому эффективность может колебаться в зависимости от погодных условий.

- визуальное загрязнение ландшафта: установка ветрогенераторов может повлиять на внешний вид местности и вызвать протесты со стороны общественности.

- высокие начальные инвестиционные затраты на стадии проектирования, строительства и эксплуатации.

Современные ветрогенераторы малой мощности до 2 МВт это перспективный источник энергии, который может эффективно использоваться в удаленных районах и сельской местности. С помощью ветрогенераторов малой мощности возможно создание энергетически независимых и эффективных систем, способных удовлетворять потребности местных сообществ и помогать решать глобальные проблемы изменения климата.

Вопреки заметному снижению стоимости строительства новых морских ветроэнергетических станций в последние годы, рост цен на электроэнергию заставляет потребителей ограничивать свои энергопотребности. Процесс энергетического перехода остается высокочувствительным не только для промышленности, но и для обычных потребителей во многих европейских странах.

В свете значительных экономических проблем, испытываемых Великобританией, TotalEnergies приняла решение проанализировать свои активы в секторе ветроэнергетики. Британская территория активно занята в развитии морской ветроэнергетики и имеет непревзойденные условия для эксплуатации ветровых турбин на своем шельфе. Крупнейшие нефтяные компании BP и TotalEnergies уже обязались вложить десятки миллиардов евро в развитие морских ветроэнергетических станций в Северном и Балтийском морях. При этом французская энергетическая компания активно рассматривает

возможность продажи 25% своей доли в крупнейшей морской ветряной электростанции Шотландии под названием Seagreen Wind Energy, над которой она осуществляет управление. Объемная доля этого проекта оценивается в 3,6 миллиарда долларов и предназначена для обеспечения энергией целых 1,6 миллиона домов[3].

Чтобы сделать ветрогенераторы малой мощности привлекательными для потребителей, необходимо учесть несколько ключевых факторов:

- Эффективность и производительность являются важными факторами для привлечения потребителей. Современные ветрогенераторы малой мощности должны быть способны производить достаточное количество энергии для удовлетворения потребностей домашнего хозяйства или небольшого предприятия. Возможность адаптации к различным скоростям ветра и оптимальное использование энергии должны быть в приоритете.

- Производительность и надежность технических характеристик должны быть высокими, чтобы обеспечить бесперебойную поставку энергии при любых погодных условиях. Это включает использование передовых технологий ветроэнергетики, таких как интеллектуальное управление системой и мониторинг параметров работы.

- Ветрогенераторы малой мощности должны быть доступны для всех категорий потребителей, включая частных владельцев домов или малые предприятия. Кроме того, экономическая выгода от установки ветрогенератора должна быть видна с самого начала, чтобы заинтересовать и мотивировать людей вкладывать в энергетически-эффективные решения.

Таким образом, чтобы сделать ветрогенераторы малой мощности привлекательными для потребителей, необходимо учесть аспекты эффективности, надежности и экономической эффективности. Быстрые темпы развития современных технологий и инноваций в области ветроэнергетики создают уникальные возможности для создания привлекательных и устойчивых решений. Маломощные ветрогенераторы играют важную роль в развитии чистой энергии и способствуют устойчивому развитию общества в целом.

Источники

1. Ишелев И. Ю. Состояние и перспективы развития электроэнергетики России / И. Ю. Ишелев, О. В. Воркунов // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве : Материалы VII Национальной научно-практической конференции, Казань, 09–10 декабря 2021 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 561-563.

2. Амерханов Р.А. и др. Перспективы использования возобновляемых источников энергии / Р.А. Амерханов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 42. – С. 185-189.

3. Суздорф, В.И. Моделирование источников напряжения для систем автономного питания / В.И. Суздорф// Сб. науч. Тр. По материалам НТК 31 июля 2014 г.: в 6 частях. Ч.3. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком». – 2014. – С.128-130.

4. Total хочет избавиться от крупнейшего ветроэнергетического проекта в Шотландии / [Электронный ресурс] // Нефть капитал: [сайт]. — URL: <https://oilcapital.ru/news/2023-10-07/total-hochet-izbavitsya-ot-krupneyshego-vetroenergeticheskogo-proekta-v-shotlandii-3062900> (дата последнего обращения: 20.10.2023).

ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКА ЖИЗНИ ТРАНСФОРМАТОРА

Ахунова А.Ф.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

ahunovaaliya@yandex.ru

Трансформаторы представляют собой критически важные элементы электроэнергетической инфраструктуры, обеспечивая перекачку и преобразование электроэнергии от одного уровня напряжения к другому. Они играют ключевую роль в поддержании стабильности электроснабжения. Внутренние компоненты трансформаторов находятся в условиях высокой нагрузки и для обеспечения их надежной работы требуется изоляция. Степень полимеризации изоляционных материалов в трансформаторах имеет важное значение для определения их качества и долговечности. В данной работе рассматриваются методы определения степени полимеризации в трансформаторах, связанная нормативная документация и существующие методы.

Ключевые слова: полимеризация, степени полимеризации, трансформатор, бумажная изоляция, нормативные документы.

Индекс полимеризации представляет собой показатель, который изучает характеристики структуры полимерных материалов, используемых в изоляционных покрытиях для трансформаторов. Он оказывает влияние на физические, электрические и тепловые свойства данных материалов. Если индекс полимеризации низкий, это может привести к ухудшению изоляционных характеристик, что, в свою очередь, может вызвать сбои в работе трансформатора и даже его повреждение.

В соответствии с нормативными документами, такими как СТО 34.01-23.1-001-2017 "Объем и нормы испытаний электрооборудования", существует два способа оценки состояния бумажной изоляции. Первый способ основан на химических реакциях. Иногда анализ растворенных в масле фурановых соединений не дает полной информации из-за их разложения при наличии кислоты. Второй способ основан на определении степени полимеризации бумаги, что позволяет определить долговечность бумажной изоляции и, следовательно, системы трансформатора. В настоящее время разработан метод определения степени полимеризации бумажно-масляной изоляции трансформаторов в видимом спектре (650÷655 нм).

В период с 2000 по 2007 год были внесены новые нормативно-технические документы с целью усовершенствования системы оценки

технического состояния силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше.

Методические рекомендации по выявлению возникновения дефектов в оборудовании трансформаторов на основе анализа газов, растворенных в масле, были разработаны в 2000 году и заменили РД 34.46.302–89 "Методические рекомендации по выявлению возникновения дефектов на основе анализа газов, растворенных в трансформаторном масле".

Созданы методы указания для определения оптической мутности масла в герметичных вводах энергетических трансформаторов и реакторов.

Были созданы инструкции для определения содержания влаги в твердой изоляции обмоток силовых трансформаторов с помощью измерения их диэлектрических свойств.

Были разработаны инструкции для оценки состояния бумажной изоляции обмоток силовых трансформаторов и реакторов, основанные на уровне полимеризации.

Для обеспечения надежности и долговечности работы изоляционных материалов трансформаторов критически важно знать и контролировать степень их полимеризации. Определение этого параметра является важным инструментом для мониторинга состояния трансформаторов и соответствия стандартам качества, что играет ключевую роль в обеспечении надежности электроэнергетической системы и безопасности электроснабжения.

Источники

1. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. М.: ЭНАС, 2002.

2. Ершов Б.Г. Измерение степени полимеризации бумажной изоляции силового оборудования в электроэнергетике и электроэнергетической промышленности / Б.Г. Ершов, В.Б. Комаров, Е.О. Лютко // Измерения в современном мире – 2013: сборник научных трудов 4-ой Международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2013. С. 21–24

3. Козлов В.К., Сабитов А.Х., Низамутдинов Б.Р. Исследование процесса старения бумажно-масляной изоляции в видимом диапазоне / В.К. Козлов, А.Х. Сабитов, Б.Р. Низамутдинов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2015. № 3-4. С. 81–85.

4. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гизатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

5. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 27–28 октября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь; Министерство науки и высшего образования РФ; Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

6. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин, Ю. К. Ильясова [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3-1(71). – С. 33-37.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОГО ЭНЕРГОРАЙОНА С ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКОЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКОЙ В SIMINTECH

Д.Н. Белкова

ФГБОУ ВО «НГТУ», г. Новосибирск, Россия

belkova34diana@gmail.com

Науч. рук. проф. Аносов В.Н.

Данная работа посвящена имитационному моделированию автономного энергорайона, оснащённого одновальной газотурбинной установкой (ГТУ), работающей как на линейную, так и на нелинейную нагрузку. Имитационное моделирование выполняется с использованием среды динамического моделирования технических систем SimInTech, позволяющей оценить работу ГТУ в различных условиях. Представлены результаты моделирования ГТУ мощностью 25 МВт с линейными нагрузками общей мощностью 10 МВт и нелинейной нагрузкой мощностью 4 МВт.

Ключевые слова: распределённая генерация, газотурбинная установка, имитационная модель автономного энергорайона, тиристорный выпрямитель.

Как в России, так и в мире, обеспечение электрической энергией может происходить как от магистральных сетей бесконечной мощности, так и децентрализовано в автономных энергосистемах. Это особенно актуально с учётом тенденций развития распределённой генерации, где объекты генерации обладают особенностями электрических режимов[1, 2].

В связи с тем, что проведение экспериментов на реальных объектах может быть непрактичным и дорогостоящим, использование компьютерного математического моделирования становится ключевым этапом в проектировании генерирующих установок. Целью данной работы является разработка имитационной модели, содержащая необходимые свойства и связи для исследования электромагнитных и электромеханических процессов. Такие модели помогают сэкономить ресурсы, оптимизировать процессы проектирования и обеспечивают более надёжное функционирование автономных энергосистем.

1. Математическая имитационная модель

Для анализа установившихся и переходных режимов работы была разработана имитационная модель автономного энергорайона (см. рисунок 1) в среде динамического моделирования технических систем SimInTech с

одновременным моделированием системы управления тиристорным выпрямителем (см. рисунок 2).

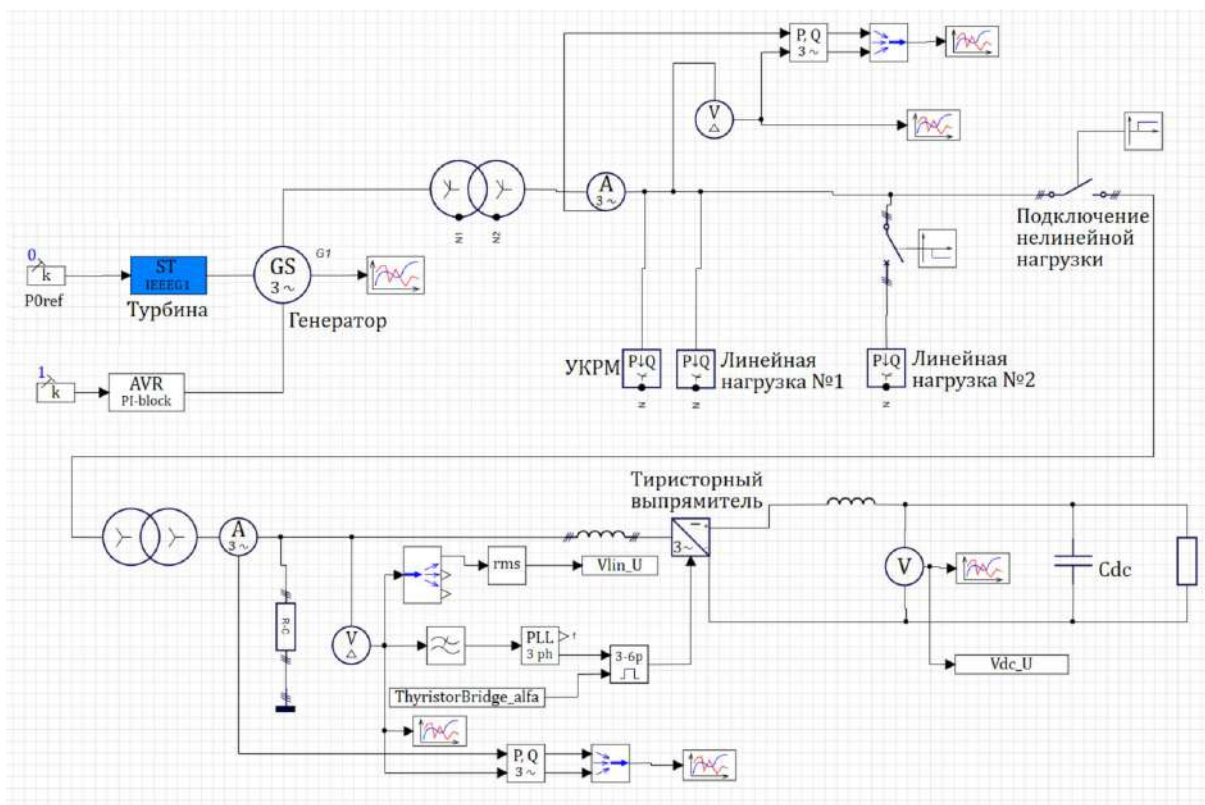


Рис. 1. Имитационная модель автономного энергорайона в SimInTech

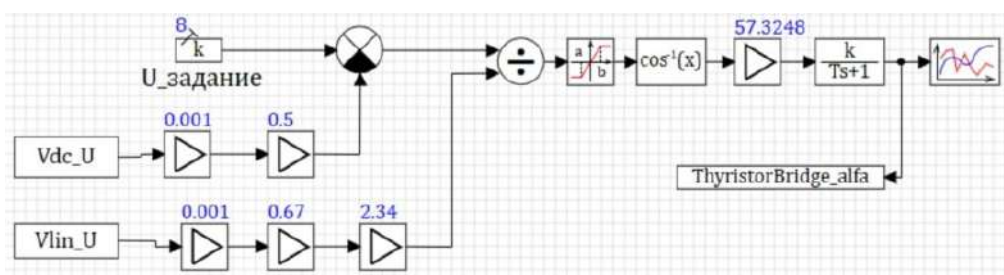


Рис. 2. Упрощённая система регулирования угла управления тиристорным выпрямителем

В качестве генерирующей установки моделируются синхронный генератор, построенный на базе уравнений Парка-Горева, и турбина[3], как аналог ГТУ. В турбине реализована система регулирования скорости и многомассовый вал, где каждая масса характеризуется своей инерционностью, коэффициентом демпфирования и жёсткости.

Упрощённая нелинейная нагрузка, в роли которой является вентиляционного электропривода, представлена в виде тиристорного выпрямителя активной нагрузки с LC-фильтром[4]. Цель системы управления поддерживать стабильность постоянного напряжения в звене постоянного тока.

2. Результаты моделирования

Некоторые графики в установившемся режиме работы представлены на рисунках 3 и 4.

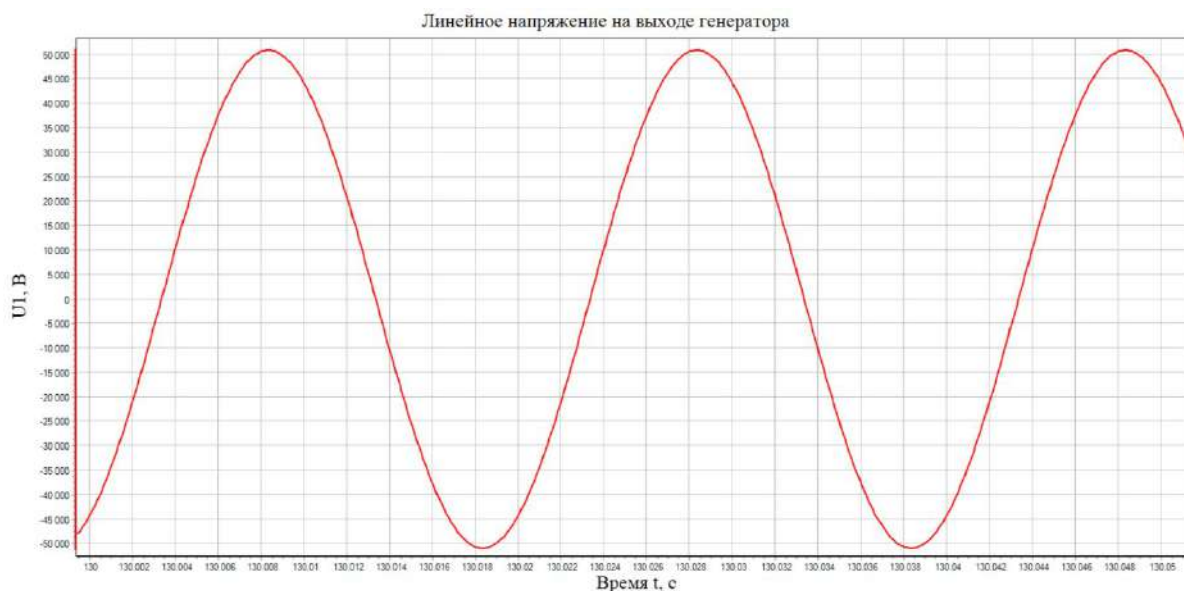


Рис. 3. Осциллограмма напряжения

Данная имитационная модель в дальнейшем позволит также исследовать влияние алгоритмов управления тиристорным выпрямителем и соотношения линейных и нелинейных (частотно-регулируемых приводов) нагрузок на возникновение таких аварийных событий, как субсинхронного резонанс в автономной электроэнергетической системе[5].

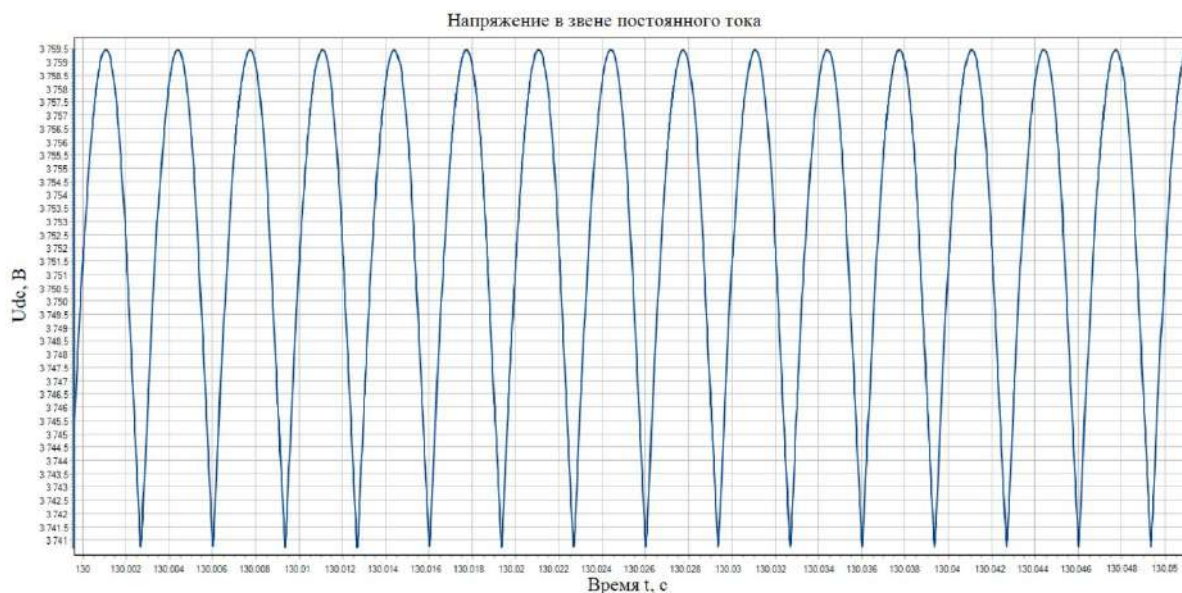


Рис. 4. Напряжение в звене постоянного тока

Источники

1. Автоматика управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с распределённой генерацией: монография / П.В. Илюшин, А.Л. Куликов. – Н. Новгород: НИУ РАНХиГС, 2019. – 364 с.
2. Илюшин П.В. Проблемные технические вопросы работы объектов распределенной генерации в составе энергосистемы и подходы к их решению // ЭнергоЭксперт – № 1 – 2015.– С. 58-62.
3. Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Нгуен В. Моделирование газотурбинной установки с прогностическими регуляторами напряжения и скорости. Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2020;22(3):60-67. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2020-22-3-60-67>
4. Борисов П.А., Томасов В.С. Расчёт и моделирование выпрямителей. СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. 169 с.
5. Белкова Д.Н. Подход к разработке управляемого активного фильтра для эффективного подавления торсионных колебаний в системах распределённой генерации // XVI Всероссийская открытая молодёжная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике»: матер. конф. (Казань 20–22 ноября 2021 г.) /редкол. Э.Ю. Абдуллазянов (отв. редактор) и др. – Казань: Казан гос. энерг. ун-т, 2021. стр. 8 – 10

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВВОДОВ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Брызгалов Д.А.¹, Шагалиев Р.И.², Стрельников А.В.³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹shagalievx@gmail.com, ²danilbryzgalov64@gmail.com, ³sasha_strelnikov7654@mail.ru

Науч. рук. доц. Муратаева Г.А.

В данном тезисе рассматриваются факторы способствующие старению и деградации изоляции высоковольтных вводов, а также контроль технического состояния высоковольтных вводов в силовых трансформаторах. Описаны современные решения этих проблем с использованием современных изоляционных материалов, мониторинга в реальном времени, позволяющие повысить надежность и эффективность энергосистем.

Ключевые слова: высоковольтные вводы, старение, деградация, изоляционные материалы, контроль, трансформатор.

Высоковольтные вводы являются важнейшими компонентами силовых трансформаторов, обеспечивающими передачу электрической энергии между обмотками трансформатора и внешними электрическими цепями.

Рассмотрим следующие проблемы:

Проблема 1. Старение и деградация. Высоковольтные проходные изоляторы в течение всего срока службы подвергаются воздействию электрических, тепловых и внешних нагрузок. Со временем эти факторы вызывают постепенное старение и деградацию компонентов проходного изолятора. Старение приводит к снижению электроизоляционных свойств, увеличивая риск возникновения вспышек, частичных разрядов и, в конечном счете, катастрофических отказов[1]. Факторы, способствующие старению:

1. Термоциклирование: регулярные тепловые циклы, которым подвергаются трансформаторы при изменении нагрузки, ускоряют старение материала, особенно изоляции.

2. Попадание влаги: проникновение влаги в изоляцию вводов может ускорить старение и создать условия для возникновения частичных разрядов.

3. Химические реакции: воздействие загрязняющих веществ и химические реакции с изоляционными материалами могут привести к деградации.

Изоляционные материалы, используемые в высоковольтных вводах, такие как фарфор или композитные материалы, подвержены деградации с течением времени. По мере деградации изоляционных материалов увеличивается их

электропроводность и снижается диэлектрическая прочность, что приводит к увеличению токов утечки и снижению общих эксплуатационных характеристик.

Распространенные механизмы деградации:

1. Поверхностное слежение: образование проводящих дорожек на поверхности изоляции вследствие загрязнения или попадания влаги.

2. Частичный разряд: микроскопические электрические разряды внутри изоляционного материала, которые со временем ослабляют его.

3. Коронный разряд: низкочастотные электрические разряды, возникающие в областях с высоким электрическим напряжением, которые могут разрушать изоляцию.

Проблема 2. Мониторинг состояния. Традиционные методы контроля состояния высоковольтных вводов часто ограничиваются периодическими осмотрами и диагностическими тестами в автономном режиме. Отсутствие непрерывного мониторинга в реальном времени затрудняет своевременное обнаружение ухудшения состояния и принятие превентивных мер. К недостаткам традиционного осмотра относятся:

1. Плановое техническое обслуживание: графики технического обслуживания могут не соответствовать фактическому состоянию втулок, что приводит либо к ненужному обслуживанию, либо к риску упустить критические моменты.

2. Ограниченность данных: традиционные методы мониторинга предоставляют ограниченный объем данных, что затрудняет получение полного представления о состоянии втулок.

Кроме того, высоковольтные вводы обычно располагаются внутри герметичного бака трансформатора, что затрудняет прямой доступ к ним для осмотра и обслуживания. Ограниченный доступ усложняет оценку состояния вводов и требует применения более инвазивных методов.

Проблемы, связанные с ограниченным доступом:

1. Демонтаж: для проведения глубоких проверок часто требуется демонтаж трансформатора, что требует больших затрат и времени.

2. Проблемы с безопасностью: доступ к втулкам в баке трансформатора может представлять опасность для обслуживающего персонала.

Для решения проблемы старения и деградации высоковольтных вводов современный подход предполагает использование современных изоляционных материалов: изофлон, полиолефин, этилен-пропилен-диен-мономер, силиконовые эластомеры, которые известны своей повышенной прочностью и устойчивостью к старению. Эти современные материалы значительно увеличивают срок службы вводов, что приводит к снижению частоты их замены и времени простоев[2]. Повышенная прочность втулок играет ключевую роль в

снижении риска их выхода из строя, что способствует стабильности энергосистемы и минимизации дорогостоящих отключений электроэнергии. Современные изоляционные материалы часто обладают превосходными электрическими свойствами, что позволяет не только снизить потери энергии, но и повысить общую эффективность работы трансформатора.

Внедрение систем мониторинга и диагностики в реальном времени является еще одной важнейшей стратегией, позволяющей постоянно отслеживать состояние высоковольтных вводов. Мониторинг в реальном времени позволяет выявлять деградацию и проблемы по мере их возникновения, что дает возможность своевременно принять меры до возникновения серьезных повреждений. Это, в свою очередь, снижает затраты на ремонт. Использование аналитических данных и алгоритмов машинного обучения позволяет прогнозировать оставшийся срок службы втулок, что позволяет оптимизировать график технического обслуживания и сократить время простоя. Профилактическое обслуживание на основе данных, получаемых в режиме реального времени, минимизирует риск незапланированных простоев, которые могут быть чрезвычайно дорогостоящими для коммунальных и промышленных предприятий.

Источники

1. Феоктистов, Д. И. Контроль неисправностей силового трансформатора 110/10 кВ / Д. И. Феоктистов, О. В. Воркунов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2022. – № 6. – С. 17-20.

2. Испытания изоляции электрических аппаратов / Р. И. Нигматзянов, Д. Р. Абдрашитов, О. Е. Куракина, О. В. Воркунов // Заметки ученого. – 2022. – № 6. – С. 204-206.

3. Козлов, В. К. Исследование электрических характеристик бумажной изоляции трансформаторов / В. К. Козлов, А. Х. Сабитов, А. М. Гарипова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2020. – Т. 76, № 2. – С. 68-71.

4. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин, Ю. К. Ильясова [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3-1(71). – С. 33-37.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Валиуллин С. Р.¹, Валиуллина Д. М.², Мифтахова Н.К.³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹save1313@mail.ru, ²valiullinadiliya@mail.ru, ³nailya_miftahova@mail.ru

Система электроснабжения промышленных предприятий играет ключевую роль в обеспечении нормальной работы и эффективного функционирования производственных процессов. Правильное и стабильное электроснабжение является необходимым условием для работы оборудования, машин и инструментов, используемых на предприятиях. Электроэнергия является жизненно важным ресурсом для многих производственных процессов и оборудования. Система электроснабжения промышленных предприятий включает в себя различные компоненты: питающие, распределительные, трансформаторные и преобразовательные подстанции, воздушные и кабельные линии, а также, токопроводы высокого и низкого напряжения

Ключевые слова: электрические сети, электроснабжение промышленных предприятий, электрические станции.

Электрические станции — это комплексы технических сооружений и оборудования, предназначенные для производства, передачи, распределения и использования электроэнергии. Эти станции играют ключевую роль в обеспечении электроэнергией различных потребителей, включая дома, промышленные предприятия, офисы и другие объекты.

Для передачи электрической энергии от станции, ее распределения между потребителями, а также на их территории — к отдельным электроприемникам, служат электрические сети. Передача электрической энергии от электрической станции к потребителям сопровождается нагреванием проводов, а следовательно, потерей части энергии, выработанной станцией.

Чем больше расстояние от электростанции до потребителя, т.е. чем длиннее линия и больше передаваемая мощность, при прочих равных условиях, тем выше относительная потеря мощности. В целях сокращения потерь энергии в проводах целесообразно осуществлять ее передачу высоким напряжением.

На электрических станциях устанавливают генераторы напряжением 6,3; 10,5; 15,75; 18 кВ. Указанные напряжения, хотя и являются высокими, но для передачи больших мощностей на далекие расстояния все же приводят к значительным потерям в линии.

Для получения более высоких напряжений на станциях устанавливают трансформаторы, повышающие генераторное напряжение до 38,5; 221; 242; 347; 525; 787 кВ(табл. 1.)

При этих напряжениях осуществляют передачу энергии к центру ее потребления, где устанавливают трансформаторы, понижающие напряжение до 35 - 6,3 кВ. При таких, более низких напряжениях распределяют энергию к отдельным предприятиям и другим потребителям[1, 2].

Таблица 1

Номинальные напряжения трехфазного тока, кВ

Сети и приемники	Трансформаторы и автотрансформаторы				Наибольшее рабочее напряжение
	без РПН		с РПН		
	первичные обмотки	вторичные обмотки	первичные обмотки	вторичные обмотки	
6	6 и 6,3	6,3 и 6,6	6 и 6,3	6,3 и 6,6	7,2
10	10 и 10,5	10,5 и 11	10 и 10,5	10,5 и 11	12,0
20	20	22	20 и 21,0	22,0	24,0
35	35	38,5	35 и 36,5	38,5	40,5
110	-	121	110 и 115	115 и 121	126
220	-	242	220 и 230	230 и 242	252
330	330	347	330	330	363
500	500	525	500	-	525
750	750	787	750	-	787

На предприятиях устанавливают трансформаторы, понижающие напряжение до 400 В, при котором происходит распределение энергии к отдельным электроприемникам: двигателям, осветительным и прочим установкам.

Экономически целесообразным является такое напряжение, которому соответствуют наименьшие капитальные и эксплуатационные (суммарные) расходы. Для повышения экономичности и надежности электроснабжения создаются электрические системы, объединяющие несколько АЭС, ГЭС, ТЭЦ, РЭС для совместной (параллельной) работы на общую сеть.

К любой системе электроснабжения предъявляются следующие требования:

- экономичность.
- высокое качество энергии (непрерывность напряжения и частоты);
- безопасность и удобство в эксплуатации, в частности простота и наглядность схемы;
- достаточная пропускная способность линий;
- надежность, обеспечивающая бесперебойность электроснабжения;
- соответствие мощности установленных генераторов и трансформаторов максимальной мощности потребителей электроэнергии.

Все элементы энергетической системы объединяются общностью процессов производства, распределения и потребления энергии, находятся под единым техническим и организационным руководством и контролем. Обычно в такие системы входят не только электрические, но и тепловые сети и потребители тепловой энергии[2, 3].

Таким образом, система электроснабжения состоит из нескольких компонентов и элементов, которые работают вместе для обеспечения электрической энергией потребителей. Основные компоненты системы электроснабжения включают: трансформацию напряжения; источник, передачу, распределение и потребителей энергии.

Источники

1. Грачева Е. И., Наумов О. В., Горлов А. Н., Шакурова З. М. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутризаводского электроснабжения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. – № 1. – С. 93-104. – DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-1-93-104.

2. Воркунов, О. В. Количественная оценка показателей надежности электрических схем распределительных сетей напряжением 10 кВ / О. В. Воркунов, В. В. Максимов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 57-66. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-85-4-57-66. – EDN RBODLC.

3. Галиев Р. И., Галиев И. Ф. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27.

4. Нигматзянов Р. И., Абдрашитов Д. Р., Куракина О. Е., Воркунов О. В. Испытания изоляции электрических аппаратов // Заметки ученого. – 2022. – № 6. – С. 204-206.

ПРИМЕНЕНИЕ «УМНОЙ» ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ В СЕТИ 6-10 кВ

Валиуллин С.Р.¹, Валиуллина Д.М.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹save1313@mail.ru, ²valiullinadiliya@mail.ru

В данной работе представлено применение схемы дуговой защиты на датчиках давления установленных в распределительных подстанциях (РП) сети 6-10кВ обеспечивающее эффективное отключения первичного оборудования с резервированием вышестоящим выключателем. Схема селективной дуговой защиты представлена на ячейках Siemens типа SIMOSEC реализованная на микропроцессорных устройствах (МПУ) «Бреслер» при помощи датчиков давления. Защитные устройства, такие как предохранители, автоматические выключатели и релейная защита, предназначены для быстрого обнаружения КЗ и отключения электрической цепи. Они реагируют на аномальные значения тока или напряжения, что позволяет минимизировать время действия КЗ и предотвратить повреждение оборудования.

Ключевые слова: Датчики давления, ячейки КРУЭ, короткое замыкание, защита от дуговых замыканий.

Дуговая защита – это специальные устройства и технологии, используемые для обнаружения и быстрого отключения электрической цепи при возникновении электрической дуги. Для защиты от дуговых замыканий на первичном оборудовании в ячейках SIMOSEC используются датчики давления [1]. Любое электрическое дуговое замыкание сопровождается высокой температурой, ярким светом и избыточным давлением на который срабатывает данный датчик давления. Датчик давления устанавливается в ячейках КРУЭ на сборных шинах и в кабельном отсеке.

Схема работы защиты от дуговых замыканий (ЗДЗ) обеспечивает селективное срабатывание и отключение поврежденного участка. ЗДЗ работает только при возникновении двух условий:

- 1) наличие тока короткого замыкания;
- 2) работа датчика давления.

Например, во время возникновения дугового замыкания в кабельном отсеке ячейки отходящей линии (ОЛ), возникает ток короткого замыкания в данной ячейке и ячейки вводного выключателя (ВВ) и запускаются максимальная токовая защита (МТЗ) работающие с выдержкой времени 0,6 и 1 секунд соответственно. В кабельном отсеке ОЛ появляется электрическая дуга, которая сопровождается выбросом высокого давления на который реагирует

датчик давления. Сработанный датчик давления отправляет сигнал на МПУ поврежденной ОЛ. Возникают два условия для срабатывания ЗДЗ и происходит отключение высоковольтного выключателя, который устранил поврежденный участок.

Проблема этой схемы состоит в том, что на ячейках КРУЭ SIMOSEC в ОЛ есть гибкая перемычка, соединяющая высоковольтный вакуумный выключатель (находящийся в элегазовом баке) с трансформатором тока (ТТ) (рис.1). При возникновении дугового замыкания на гибкой перемычке, ТТ данной ячейки не почувствует ток, так как находится ниже точки короткого замыкания (КЗ). В следствии отсутствия тока на ТТ поврежденной ОЛ произойдет отключение выше стоящего выключателя ВВ под действием МТЗ с выдержкой времени 1 с, что может привести к существенному повреждению оборудования за столь долгое отключение. При наличии на данном объекте введенной логической защиты шин (ЛЗШ), повреждение может локализоваться за 0,25 секунд, что в 4 раза быстрее срабатывания МТЗ ВВ. Но как показывает практика, работа ЛЗШ происходило в основном в следствии ошибочного действия электротехнического персонала, что приводило к отключению оборудования и простоем в снабжении электроэнергией потребителей[2, 3].



Рис. 1. Ячейка ОЛ SIEMENS типа SIMOSEC

Для решения данной проблемы была разработана схема дуговой защиты с резервированием выше стоящим выключателем. Принцип работы заключается следующим образом. При возникновении КЗ на гибкой перемычке в ячейки ОЛ (рис.1) срабатывает датчик давления D1 (рис.2), замыкаются его контакты 1,3, срабатывает реле KLD и замыкает свои контакты 21,24 и 11,14. В ячейке ВВ появляется ток КЗ, а в ячейке ОЛ ток КЗ отсутствует, так как ТТ ОЛ находится ниже точки возникновения КЗ. В данном случае для срабатывания ЗДЗ в ячейке ОЛ не выполняется первое условие и ЗДЗ не срабатывает. Благодаря шинки

ED2.1 (рис.2) сигнал отправляется в ячейку ВВ (рис.3) и попадает в МПУ Бреслер ВВ. На входе №4 МПУ Бреслер запрограммирована выдержка времени 0,1 с и в случае не отключившимся выключателя в ячейке ОЛ, в ячейке ВВ выполняются два условия и с выдержкой времени 0,1 с произойдет отключения вышестоящего выключателя.

Данная схема позволит уменьшить повреждение в результате воздействия электрической дуги (или его устранить) и сократить время простоя оборудования (для восстановления). Схему дуговой защиты с резервированием вышестоящим выключателем можно применить и на других типах ячеек.

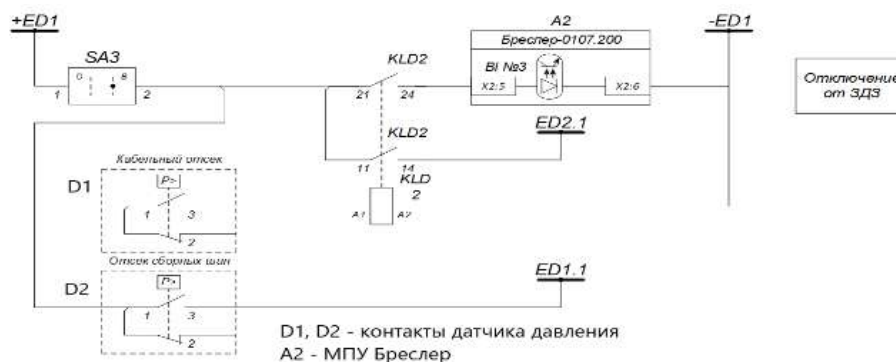


Рис. 2. Схема дуговой защиты отходящей линии

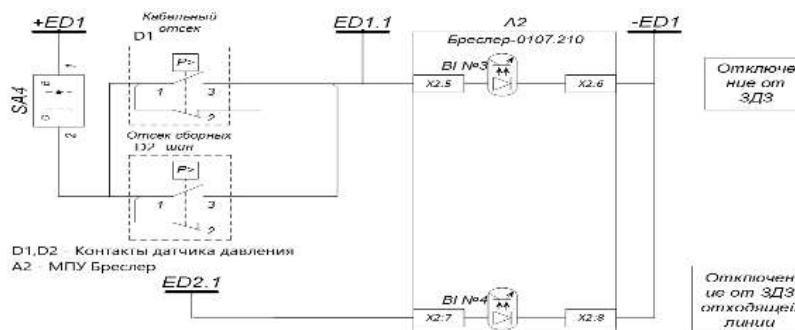


Рис. 3. Схема дуговой защиты вводного выключателя

Источники

1. Терминалы серии «Бреслер-0107»: руководство по эксплуатации. Чебоксары, 2015.
2. Урманшин А. Р. «Умная» дуговая защита / А. Р. Урманшин, Д. М. Валиуллина // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: Материалы XV Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции,

Казань, 21–22 октября 2020 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2020. – С. 237-239.

3. Варенов А. А. Использование компонентов автоматизированного проектирования при разработке релейной системы регулирования напряжения / А. А. Варенов, В. В. Максимов, О. В. Воркунов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 224-226.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ И РЕЛЕЙНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Валиуллин С.Р.¹, Валиуллина Д.М.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹save1313@mail.ru, ²valiullinadiliya@mail.ru

Электромеханические и релейные стабилизаторы напряжения – это устройства, которые используются для поддержания стабильного уровня напряжения в электрической сети. Они работают путем автоматического регулирования выходного напряжения в зависимости от изменений входного напряжения. В работе рассмотрен один из видов стабилизаторов напряжения, принцип работы устройства, также, выделены преимущества и недостатки.

Ключевые слова: релейный стабилизатор, регулирование напряжения, скорость стабилизации.

Стабилизаторы напряжения в зависимости от внутреннего устройства и способу стабилизации можно разделить на три группы:

- электромагнитные;
- электромеханические;
- электронные или релейные (рис.).

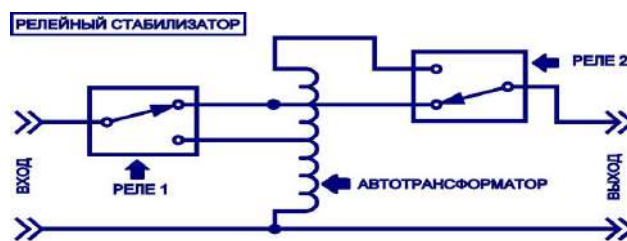


Рис. Схема релейного стабилизатора напряжения

Электромеханическим стабилизатором напряжения называют вольтодобавочный трансформатор, имеющий автоматическое регулирование с использованием щеточного контакта на сервоприводе, который управляется посредством электромеханического привода автоматически.

Количество установленных на устройстве щеток и компенсирующая мощность, подаваемая вольтодобавочным трансформатором влияют на все рабочие параметры стабилизатора[1].

Этот вид стабилизаторов относится к самым дешевым, но при этом отличается точностью и плавностью регулировки напряжения.

К достоинствам можно отнести:

- надежность;
- быстрое действие;
- высокая точность;
- простота в использовании;
- защита оборудования;
- экономически выгодные;
- широкий диапазон входных напряжений;
- на выходе напряжение не искажается;
- высокие показатели перегрузок;
- электромеханические стабилизаторы подходят для эксплуатации в промышленных масштабах;
- бесшумность.

К недостаткам можно отнести:

- движущиеся детали;
- наличие скользящего контакта, с которым соприкасаются другие элементы, изнашивается;
- ограниченная точность регулирования;
- большой размер и вес;
- относительная медлительность;
- высокое потребление энергии.

Релейные стабилизаторы регулируют напряжение ступенчато. Перемены напряжения на выходе и входе идут параллельно. Независимо от повышения или понижения напряжения на входе, на выходе в постоянном режиме никогда не будет 220В. Так как точность работы релейного стабилизатора связана с количеством обмоток, то прибор будет работать точнее, если обмоток больше.

Преимуществом является скорость стабилизации. Она составляет от 0,1 до 0,15 с и скорость стабильная не зависит от величины скачка. Так же к преимуществам релейного стабилизатора можно отнести:

- небольшие габариты;
- простота использования;
- широкий диапазон стабилизации;
- может выдерживать длительные перегрузки;
- практически не реагирует на искажения входного напряжения и не искажает сам напряжение на выходе;
- возможность эксплуатации при температурах от -20 до +40 градусов;
- бесшумная эксплуатация;
- срок службы достигает 10 лет.

К недостаткам можно отнести ступенчатое переключение. Если напряжение будет выдаваться с точностью 2% и больше, то переключение обмоток будет влиять на изменения освещенности некоторых видов ламп.

Скорость стабилизации напрямую влияет на точность. Так как прежде чем стабилизировать падение или повышение напряжения необходимо пройти все ступени, количество которых зависит от количества обмоток в трансформаторе, соответственно, чем медленнее стабилизируется напряжение, тем точнее прибор[2].

Таким образом, электромеханические и релейные стабилизаторы напряжения применяются в различных сферах и областях, включая: домашнее использование, коммерческие здания, производственные предприятия, медицинские учреждения, телекоммуникационные сети, информационные технологии. Это всего лишь некоторые примеры областей применения электромеханических и релейных стабилизаторов напряжения. Стабилизаторы могут быть установлены везде, где требуется поддерживать стабильное напряжение для работы устройств.

Источники

1. Варенов А. А., Максимов В. В., Воркунов О. В. Использование компонентов автоматизированного проектирования при разработке релейной системы регулирования напряжения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 224-226.

2. Gracheva E. I., Naumov O. V., Gorlov A. N. Simulation of Laws Change in Technical Characteristics of Circuit Breakers of Various Manufacturers // Proceedings - ICOECS 2021: 2021 International Conference on Electrotechnical Complexes and Systems, Ufa, 16–18 ноября 2021 года. – Ufa, 2021. – P. 404-406. – DOI 10.1109/ICOECS52783.2021.9657222.

СОВРЕМЕННАЯ НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Величко М.Ю.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

mariya_bog-ra@list.ru

Науч. рук. доц. Булатова В.М.

В тезисе рассмотрены особенности малой генерации, преимущества, недостатки и проблемы

Ключевые слова: электроэнергетика, электроэнергия, система электроснабжения, малая генерация, распределенная генерация.

В условиях интенсивного роста потребностей в энергоснабжении не только в крупных мегаполисах, но и в удаленных районах, следует ожидать дифференциации технологической структуры энергетики, нацеленной в первую очередь на недопущения дефицита энергоресурса, в связи с чем возникает острая необходимость использования электростанций малой мощности.

В современной России малая энергетика представлена широким спектром электростанций, достигающих 10 % в общем объеме установленных мощностей среди всех электростанций страны, что приравнивается к 19ГВт суммарной мощности[1]. При этом существенной становится и доля годового производства электроэнергии, которая превысила уровень 5,5 %[2]. Преобладающая часть электростанций малой мощности, используемых в отечественных условиях, является дизельной. Этот факт обосновывается децентрализацией энергоснабжения в условиях имеющейся территориальной сегментации (рис. 1).

Данные, представленные на рисунке позволяют сделать вывод, что большая часть территории Российской Федерации неэлектрифицирована. Данные официальных источников Министерства энергетики в цифрах отражают фактическое состояние электрификации: более 20 млн. граждан страны проживает вне зоны централизованного энергоснабжения [3]. Жители таких, как правило, отдаленных регионов системно испытывают трудности с энергоснабжением из-за регулярных перебоев.

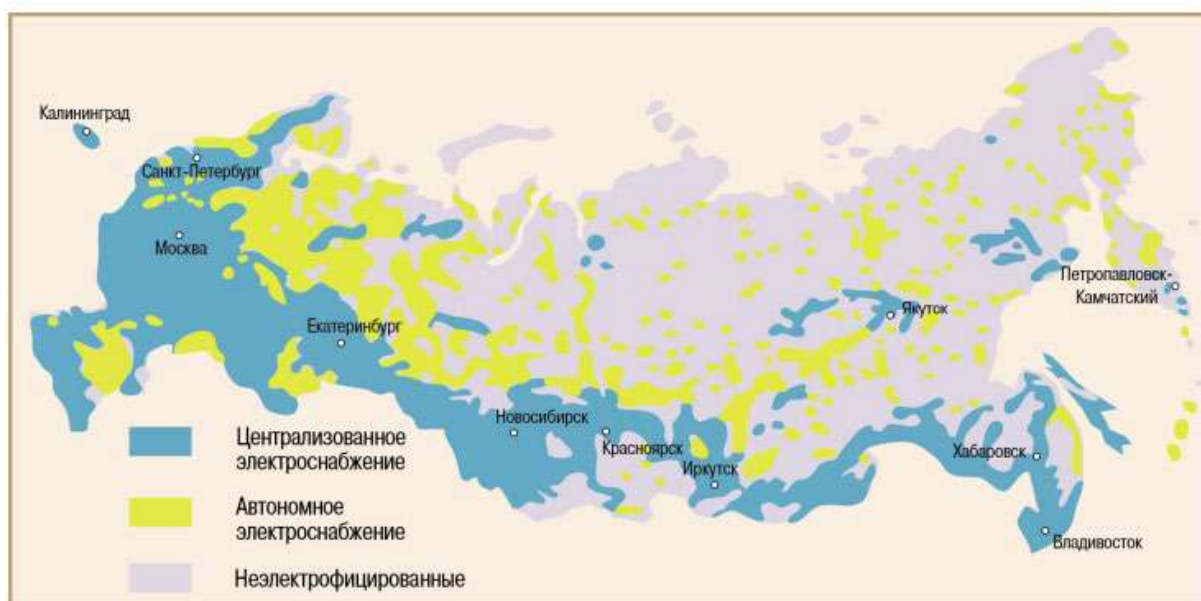


Рис. Территориальная сегментация по видам электроснабжения в границах РФ

Модульность, масштабируемость и мобильность, вот главные приоритеты распределенных систем. В связи с этим количество государств, поставивших во главу угла в сфере энергетики развития данного направления, растет с каждым годом[4].

Накопленный зарубежный опыт в сфере строительства ТЭС малой мощности стран показывает, что расходная часть, включающая в себя затраты на модернизацию, снижается в данном случае более чем на 1/3[5]. Такая существенная экономия:

- позволяет сократить потери электроэнергии за счет близости к потребителю;
- повышает энергетическую эффективность;
- предоставляет возможность выбора источника энергоресурса;
- увеличивает надежность самого энергоснабжения;
- способствует снижению себестоимости;
- сдерживает рост тарифов;
- позволяет уменьшить вред, наносимый окружающей среде.

Принимая во внимание тот факт, что в еще в 2009 году в России Распоряжением Правительства РФ[6] была принята Энергетическая стратегия на период до 2030 года[7], которую в 2020 году заменила Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года, в действующем законодательстве не нашло отражение как само понятие малой энергетики, так и соответственно процессы развития и регулирования.

Учитывая все вышеизложенное, можно сделать вывод, что в настоящее время малая энергетика, не является полноценным элементом системы,

несмотря на все ее преимущества. Вопрос о необходимости ее развития ставится исключительно для решения проблемы энергоснабжения удаленных регионов, а не как альтернативный выбор и возможность совместного существования двух генераций на равных правах.

Для решения данного вопроса и возможности развития малой энергетики необходимо, в первую очередь, законодательно закрепить понятие объекта малой генерации, определить порядок функционирования ее субъектов на рынке, процесс ценообразования и сделать менее сложным процесс получения разрешений на строительство и присоединения к сетям самих объектов малой энергетики. В связи с чем в сфере электроэнергетики возникает острая необходимость доработки существующего или разработки нового стандарта, который бы четко сформулировал требования к разработке схем выдачи мощности объектами малой энергетики.

Источники

1. Шакиров М.А., Пигилова Р.Н. Особенности использования малой генерации // International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. 2022. № 2. С. 19-23.

2. Варганова А.В. Комплексная модель системы электроснабжения с источниками малой генерации /А.В. Варганова // Электротехнические системы и комплексы/ - 2021. - № 4 (53). - С. 69-71.

3. Энергоснабжение малых отдаленных поселков за счет энергии ИЭ [Электронный ресурс] // Развитие малой распределенной энергетики в России: матер. Первой Всерос. конф., Москва, 28 сентября 2011 г. / Агентство по прогнозированию балансов в электроэнергетике. – Режим доступа: http://www.e-apbe.ru/lib-rary/2011_09_28_conference/Nitol.pdf

4. Распределить полномочия. Малая генерация меняет традиционный уклад системы // Российская газета. Спецвыпуск № 288(7751) <https://rg.ru/2018/12/21/malaiageneraciiameniaettradicionnyjukladsistemy.html>.

5. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. Исследование Энергетического центра Московской школы управления Сколково. http://www.energsovet.ru/stat/skolkovo_914.pdf

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, № 48, ст. 5836)

7. Постановление Правительства от 9 июня 2020 г. № 1523-р Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ БЛАНКОВ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ

Галиев Т.И.¹, Миронова Е.А.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹Galiev.tima@bk.ru, ²mironova.energo@yandex.ru

Автоматизированные бланки переключений (АБП) играют важную роль в современной электроэнергетике, обеспечивая операторам системы возможность безопасного и эффективного управления сетями и оборудованием. Однако с появлением новых технологий и изменением требований к электроснабжению возникают ряд актуальных проблем, связанных с разработкой, внедрением и использованием автоматизированных бланков переключений

Ключевые слова: автоматизация, регулирование, бланки переключений, энергосистемы.

Автоматизация в электроэнергетике имеет решающее значение для обеспечения надежной работы сетей и обеспечения эффективного управления электроснабжением[1]. Важной частью этой автоматизации являются автоматизированные бланки переключений, которые позволяют операторам системы быстро и безопасно осуществлять переключения и управлять состоянием сети[2]. Однако с появлением новых технологий и изменением требований к энергетическим системам, возникают актуальные проблемы в разработке и использовании автоматизированных бланков переключений.

1. Интеграция с обновленной инфраструктурой. С развитием сетей увеличивается необходимость в интеграции автоматизированных бланков переключений с новыми видами оборудования и систем управления. Это может потребовать значительных изменений в программном обеспечении и аппаратуре, а также обновления процедур и стандартов.

2. Кибербезопасность. С ростом подключенных к сетям устройств и интернет-связанной техники возрастает уровень угрозы в сфере кибербезопасности. Автоматизированные бланки переключений становятся потенциальными целями для кибератак, и поэтому их разработка должна уделять особое внимание вопросам защиты и обеспечения надежности.

3. Гибкость и масштабируемость. Системы электроснабжения становятся все более сложными и требуют большей гибкости и масштабируемости от автоматизированных бланков переключений. Они должны быть способными

адаптироваться к различным сценариям работы и изменениям в нагрузке на сеть[3].

4. Обучение и квалификация персонала. Эффективное использование автоматизированных бланков переключений требует высокой квалификации и профессионализма персонала. Обучение операторов и инженеров для работы с этой технологией и понимание ее особенностей становятся важными задачами.

5. Стандартизация и регулирование. Разработка и применение автоматизированных бланков переключений требует строгой стандартизации и соблюдения регуляторных требований. Это помогает обеспечить согласованность и надежность в различных энергетических системах.

6. Эффективность и оптимизация. С целью сокращения потерь энергии и повышения эффективности сетей, АБП должны учитывать оптимальное распределение нагрузки и ресурсов.

Автоматизированные бланки переключений остаются важной частью современной электроэнергетики, обеспечивая надежное и эффективное управление сетями. Однако разработка и применение этой технологии сталкиваются с рядом актуальных проблем, которые требуют внимания инженеров, операторов и регуляторов. С постоянным развитием энергетической отрасли, решение этих проблем становится ключевой задачей для обеспечения надежности и эффективности электроснабжения[4].

Источники

1. ПУЭ п. 1.2.16 – нормативный документ: Утверждено Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 8 июля 2002 г. № 204: дата введения 2003-01-01 – Текст: непосредственный.

2. Башлыков А.А. Проектирование систем принятия решений в энергетике.- М.: Энергоатомиздат,- 1986.-216 С.

3. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Экспертные системы поддержки принятия решений в энергетике. - М.: Издательство МЭИ,- 1994.-213 С.4. Анализ сетей заземлением нейтрали через высокоомное активное сопротивление / И. К. Исмоилов, Б. Т. у. Жабборов, С. В. Мамажонова, Ш. М. Кушматова // Известия Ошского технологического университета. – 2021. – № 2-1. – С. 238-240. – EDN XPHEN.

4. Автоматическое управление переключениями на подстанции 500/220 кВ Пермской ГРЭС / В.Г. Дубовой, В.Е. Поляков, В.С. Черненко, Е.Г. Штейнфер // Электрические станции - 1992,- № 10.-С. 66-70.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛНЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Габдуллин А.А.¹, Валиуллин С.Р.², Гильфанов К.Х.³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹amir221101@icloud.com, ²save1313@mail.ru, ³kamil.gilfanov@yandex.ru

Науч. рук. доц. Валиуллина Д.М.

В данной работе рассматриваются новые виды линий электропередач, их основные конструктивные особенности. Определяются виды и сечения проводов, используемых для транзита электроэнергии на большие расстояния.

Ключевые слова: линии электропередач, класс напряжения, провода, конструктивные особенности.

В настоящее время всё большую актуальность имеет проблема старения воздушных линий электропередач (ВЛЭП) и поэтому возникает необходимость проведения модернизации в сетях.

С целью проведения модернизации и повышения эффективности передачи электроэнергии существуют одноцепные и многоцепные воздушные линии (ВЛ) нового поколения, которые обладают комплексом технических решений, способных обеспечивать высокую пропускную способность (табл. 1).

Таблица 1

№	Наименование типов ВЛ 220 кВ	Величина натуральной мощности, МВт	
		На одну цепь	На всю линию
1	Традиционная одноцепная ВЛ 220 кВ (провода АС 300/66)	155,1	155,1
2	Компактная одноцепная ВЛ 220 кВ (провода АС 300/66)	277,9	277,9
3	Традиционная двухцепная ВЛ 220 кВ (провода АС 300/66)	152,3	304,6
4	Компактная двухцепная ВЛ 220 кВ (провода АС 300/66)	245,5	509,0

Из таблицы 1 видно, что пропускная способность компактных воздушных линий (УСВЛ) на 40% больше, чем у стандартных[1]. Это обеспечивается за

счёт сближения фаз, что позволит усилить параметры электромагнитного поля, следовательно, увеличить пропускную способность. Важно учитывать, что необходимо соблюдать расстояние между проводами и их сечение во избежание возникновения короны (рис.1 а, б).

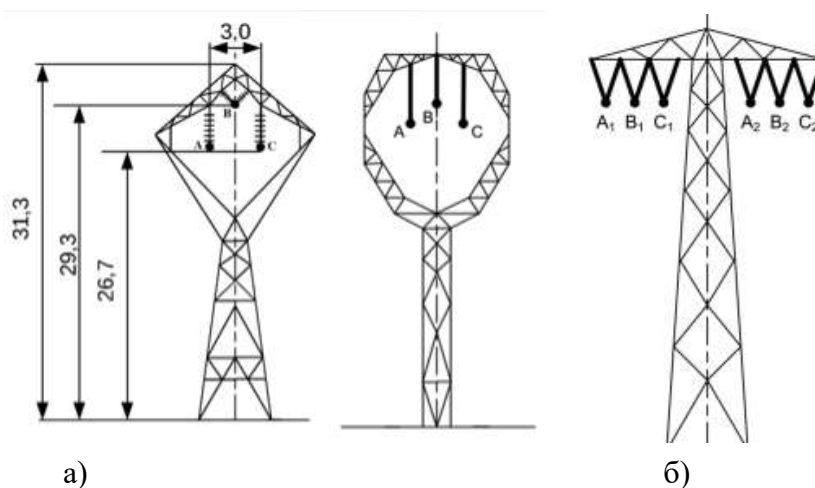


Рис. Вариант исполнения воздушной линии: а) одноцепная трёхфазная с охватывающим окном; б) двухцепная трёхфазная на башенной опоре

Возведение компактных линий электропередач является достаточно экономически выгодным вложением, которое способствует модернизации электрических сетей – разница в цене между компактными ВЛЭП и традиционными составляет приблизительно 8,5%. Также это позволит сократить площади отчуждаемых земель для объектов электроэнергетики.

Для обеспечения экономичной и надёжной электропередачи необходимы проводники с достаточной прочностью, обладающие невысокой стоимостью[2]. Существует два вида проводов: однопроволочные, которые используются на напряжении до 1 кВ и многопроволочные, в основе которых лежит сердечник из стали и проводящей части – алюминия. Стоит отметить, что многопроволочные провода обладают наибольшей прочностью по сравнению с однопроволочными. Сечения сталеалюминиевых проводов составляют от 95 мм² до 240 мм² на напряжении 110 кВ. Важно упомянуть, что на компактных линиях электропередач используются не только классические провода АС, но и изолированные СИП-7 или композитные алюминиевые провода АЕРО-Z. Применение современных проводов позволяет увеличивать длину пролета при строительстве или модернизации ВЛЭП.

Если говорить об обслуживании данного вида ВЛЭП, то на них можно производить тот же самый комплекс ремонтных работ и технического обслуживания как под напряжением, так и в отключенном состоянии[3]. Исключением является осуществление работ, связанных с межфазными

изоляторами и стягивающими фазы изоляционными элементами. Если расстояние между сближениями фаз или другими элементами будут меньше допустимых значений, то выполнять работы строго запрещено.

Подводя итоги, можно сказать, что применение компактных линий электропередач является перспективным решением по модернизации электрических сетей. Применение новых видов проводников может увеличить пропускную способность одноцепных и двухцепных линий, а также снизить затраты на установку дополнительных опор из-за большой стрелы провеса проводов. Стоит отметить, что при замене старых линий на компактные не заставит электроснабжающую компанию переобучать своих сотрудников, что существенно снижает затраты и время ремонта или обслуживания данных объектов электроэнергетики.

Источники

1. Варенов А. А., Максимов В. В., Воркунов О. В. Использование компонентов автоматизированного проектирования при разработке релейной системы регулирования напряжения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 224-226.

2. Galiev I. F., Sabitov A. E. Analysis of the Reliability and Efficiency of Local Power Supply Systems at Major International Events // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 190. – P. 269-278. – DOI 10.1007/978-3-030-86047-9_28.

3. Мухаметжанов Р. Н., Нигматзянов Х. Х. Особенности монтажа воздушных ЛЭП // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Москва, 30 июня 2022 года / Редколлегия: Бабаева З.Ш. [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 88-92.

5. Хузяшев, Р. Г. Моделирование переходных сигналов при коммутациях в линиях электропередач / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 31-36.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Галимзянов Т.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

tima.galimzyanov@gmail.com

Науч. рук. доц. Куракина О.Е.

В тезисе описаны наиболее эффективные мероприятия по снижению потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях, для улучшения передачи её к потребителю. В ходе исследования были выявлены основные способы по проведению мероприятий для снижения потерь.

Ключевые слова: Потери электроэнергии, потери мощности, распределительные сети, мероприятия по снижению потерь, энергоэффективность.

Электрическая энергия, передаваемая по электрическим сетям, является единственным видом продукции, который для своего перемещения расходует часть самого себя, не требуя других ресурсов. В свою очередь снижение потерь электроэнергии в электрических сетях является важным направлением энергоэффективности. Одним из существенных проявлений неэффективного потребления ресурсов при передаче и распределении электроэнергии – это потери энергии в электрических сетях и сетевом оборудовании. Существует проблема неэффективного использования электроэнергии и энергетического оборудования в распределительных сетях в результате неравномерности фазной нагрузки, характеристики гармонических составляющих электрической энергии и провалы напряжений, которые формируются входе потребления энергии промышленными предприятиями и хозяйствами. В настоящее время в электрических сетях РФ доля потерь электроэнергии относительно общего энергообеспечение составляет около 13%. Согласно проведенным исследованиям, в России существует значительный потенциал энергосбережения и это сократит потребление электроэнергии вдвое. Наша задача состоит в уменьшении потерь до минимального значения для повышения эффективности электроэнергетических систем[1].

Потери электроэнергии можно разделить на несколько составляющих, исходя из их физической природы и специфики определения их количественных показателей[2].

Фактические (отчетные) потери энергии определяют как разность электроэнергии, поступившей в сеть и электроэнергии, отпущенной из сети потребителям. Фактические потери могут быть распределены на две основные составляющие: технологические и коммерческие потери.

Технологические потери обусловлены технологическими потребностями процесса передачи электроэнергии по сетям и инструментального учета ее поступления и отпуска.

Вторая составляющая фактических потерь – коммерческие потери. Они обусловлены хищениями электроэнергии, несовершенством системы учета потребления энергии, неодновременностью оплаты за нее. Коммерческие потери не имеют математического описания и не могут быть рассчитаны.

Наибольшие потери электроэнергии происходят в ходе передачи электроэнергии на большие расстояния. Одна из причин – это передача напряжения, используемое потребителем, 220В. Чтобы передать электроэнергию такого напряжения от электростанций, передаваемое напряжение в сети могут повышать до значения в 10кВ, в ходе чего ток нагрузки уменьшится до 10 А, подобные действия подразумевают, что количество потерь электроэнергии имеет обратную зависимость от диаметра проводника. Чем больший диаметр у проводника линии электроснабжения, тем меньше потери передаваемой по нему электроэнергии. Величина потерь зависит от величины тока в этой же линии. Чем больше ток, тем больше потери. Повышая напряжение при передаче электроэнергии в распределительных электрических сетях можно существенно снизить ток, что приводит к решению использовать провода с намного меньшим диаметром[3].

На данный момент существует множество различных мероприятий по снижению потерь, поэтому можно рассмотреть основные группы, которые активно применяются на практике.

Организационные – по совершенствованию эксплуатации электрических сетей и оптимизации их схем и режимов. К ним следует отнести[4]:

1. Компенсации реактивной мощности. При разработке схем развития сетей на стадии определения баланса активной и реактивной мощностей в узлах распределения потоков на расчетный период определяется дефицит реактивной мощности. На основании расчетных данных в схеме решаются вопросы необходимого количества устройств компенсации реактивной мощности, а также места их размещения.

2. Регулирование напряжения в линиях электропередач. Регулирование напряжения на центрах питания осуществляется по принципу встречного регулирования. На протяженных фидерах - в целях снижения потерь электроэнергии и обеспечения надлежащего уровня напряжения, в качестве регуляторов напряжения необходимо устанавливать конденсаторные батареи с

автоматическим регулированием или вольтодобавочные трансформаторы, также с автоматическим регулированием напряжения.

Технические – по реконструкции, модернизации и строительству сетей. Технические мероприятия требуют дополнительных капиталовложений и проведение таких мероприятий должно быть обосновано технико-экономическими расчетам. Они включают в себя: установку компенсирующих устройств; замену проводов воздушной линии на провода большего сечения; замену трансформаторов при увеличении нагрузки; установку устройств РПН (регулирование под нагрузкой) на трансформаторах.

Мероприятия по совершенствованию учета электрической энергии. Они могут быть как практически беззатратными, так и требующими затрат. Эти мероприятия снижают коммерческие потери энергии, улучшают систему учета энергии, уточняют исходную информацию для расчета режимов сети.

Источники

1. Воркунов О. В. Количественная оценка показателей надежности электрических схем распределительных сетей напряжением 10 кВ / О. В. Воркунов, В. В. Максимов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 57-66.

2. Базыль И.М. Повышение эффективности функционирования электротехнических устройств электропитающих систем, обеспечивающих снижение потерь электрической энергии: диссертация канд. техн. наук. Тула, 2015. 108 с.

3. Сафиуллин Б.М. Методы контроля воздушных линий электропередачи / Б. М. Сафиуллин, Н. В. Фатхелисламов, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация» : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 50-52.

4. Петров, Н. С. Потери электроэнергии в распределительных сетях / Н. С. Петров, О. В. Наумов // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов : Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции. 2022. – С. 106-113.

5. Мавляветдинов, А. А. Снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях / А. А. Мавляветдинов, Д. М. Валиуллина // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2022. – С. 162-164.

УСТРОЙСТВО ОХЛАЖДЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ ТЕСТИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ

Гасанов Д.У. ФГБОУ ВО «ДГТУ»,

г. Махачкала, Россия

lui_01@inbox.ru

Науч. рук. ст. преп. Семиляк А.И

В тезисе рассматривается устройство охлаждения с функцией тестирования режимов работы, которое позволяет оценить возможность использования системы охлаждения и отопления на основе термоэлектрической и солнечной энергии для здания. Модули системы интегрированы в элементы конструкции здания и понижают или повышают температуру этих элементов в жаркое или холодное время года, обеспечивая круглогодичный тепловой комфорт для жильцов за счет излучения и конвекции.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, модуль Пельтье, система охлаждения, температура, тепловое поле, термоэлектрическая генерация.

Одним из новых применений термоэлектрического элемента (ТЭ) является использование модулей Пельтье для охлаждения и отопления зданий либо путем интеграции в ограждающую конструкцию здания, либо в виде отдельных блоков. Создание информационно-измерительной и управляющей системы при проектировании систем для охлаждения и отопления на основе термоэлектрической и солнечной энергии для здания имеет важное значение, так как необходимо проводить анализ теплонагруженности элементов такой системы[1].

Основная идея заключается в совместном использовании преобразованного тепла, которое обычно отводится от горячих поверхностей, в электрическую энергию и электроэнергию получаемой от фотоэлектрической установки для охлаждения помещения в здании.

Концепция охлаждения на основе термоэлектрической генерации преследует две основные цели: - поддержку определенного объема воздуха в помещении в оптимальном диапазоне рабочих температур; выработку достаточной мощности для подачи охлаждающей среды с поверхности радиаторов холодной стороны[2].

Создание информационно-измерительной системы даст возможность осуществлять комплексное исследование тепловых характеристик изделий и позволит производить измерения параметров реальных элементов системы

охлаждения. Измерительная подсистема средств охлаждения (рис.1 состоит из блока обработки информации и блока измерения системы охлаждения).

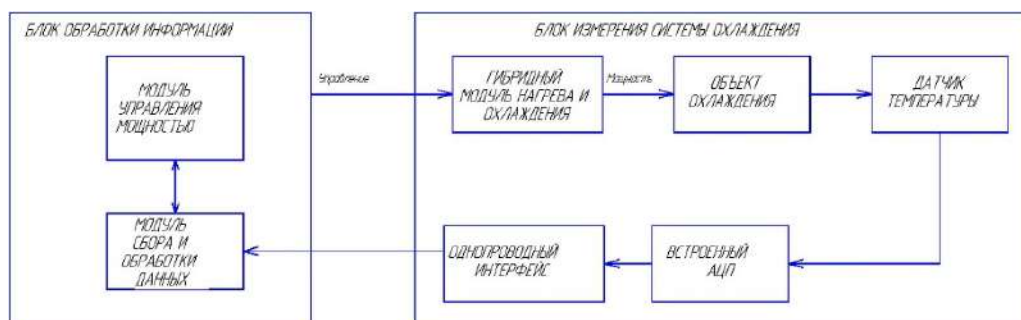


Рис.1. Структурная схема измерительной подсистемы средств охлаждения

Информационная система является источником сообщений о параметрах исследуемой системы охлаждения и нагрева. Блок управления устройства охлаждения (рис.2) этой системы используется для определения параметров экспериментальных установок, предназначенных для оптимизации и разработки методов увеличения мощности, получаемой от массива ТЭГ за счет увеличения разности температур, создаваемой на двух поверхностях ТЭГ.

В жаркое и холодное время года модули ТЭ охлаждаются и нагреваются соответственно, образуя прохладную/теплую поверхность конструкции, позволяющую передавать тепло посредством излучения и конвекции к жильцам и обеспечивать желаемый уровень комфорта. Таким образом, набор ТЭ-модулей потенциально можно использовать как для отопления, так и для охлаждения. При правильном выборе система будет способна обеспечить модули ТЭ достаточным количеством электроэнергии круглый год и позволит одновременно экспортировать фотоэлектрическую энергию в сеть и получать электроэнергию для использования в здании.



Рис.2. Внешний вид блока управления

Блок управления позволяет фиксировать максимальные часовые нагрузки по охлаждению и отоплению, а также получать данные о солнечной радиации и

наружной температуре и представлять их графике. Ежемесячное производство электроэнергии фотоэлектрической панелью можно рассчитать с помощью калькулятора PVWatts[3].

Использование блока управления устройства охлаждения с функцией тестирования режимов позволяет сохранять результаты измерений на компьютере и графически визуализировать данные в реальном времени с помощью программы KST, что дает возможность учесть реальные значения параметров фотоэлектрической панели и элементов Пельтье, точнее оценить почасовые значения холодильной и отопительной нагрузки, разработать алгоритм определения размера системы.

Источники

1. Евдулов О.В. Разработка устройств и систем для охлаждения на основе сильноточных термоэлектрических преобразователей энергии: автореферат дисс. д-ра техн. наук. Махачкала, 2019.

2. Yin, L., Chen, C., Zhang, F., Li, X.F., Bai, F.X., Zhang, Z.W. (2020). Reliable N-type Mg_{3.2}Sb_{1.5}Bi_{0.49}Te_{0.01}/304 stainless steel junction for thermoelectric applications. *Acta Mater.* 198, 25-34. 10.1016/j.actamat.2020.07.058.

3. K.S. Ong, "Review of solar, heat pipe and thermoelectric hybrid systems for power generation and heating," *Int. J. Low-Carbon Technol.*, Vol. 11, No. 4, Pp. 460–465, 2016. doi: 10.1093/ijlct/ctv022.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ В ЕДИНОМ ПРОСТРАНСТВЕННОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Гафурова М.О.

Имени И.Каримов ТГТУ г.Ташкент Узбекистан

Науч. рук. доц. Абидов К.Г.

abidoff@rambler.ru

В тезисе рассмотрены взаимодействие заряженных частиц что, позволило определить виды колебательных процессов. Исследование вращающегося электромагнитного поля позволило определить колебательно вращательное движение молекул, которые являются основой получения тепловой энергии.

Ключевые слова: — уравнение Максвелла, электромагнитное поле, электрические заряды, магнитные заряды, уравнение движения.

Траектория движущихся частиц под действием неоднородного магнитного поля изменяется. Многие природные явления проявляют подобие с единым электромагнитным полем. Электромагнитное поле описывается уравнением Максвелла. Электрическое поле создается как положительными, так и отрицательными зарядами в пространстве и определяется по закону Кулона. На концах постоянного магнита создаются два полюса: положительный и отрицательный. Эти полюса создают в пространстве результирующее магнитное поле. Магнитное поле может быть создано одним полюсом. Магнитный монополю является стабильной частицей. Он может рекомбинировать с другой частицей таким же монополюм, но имеющей такой же заряд с противоположным знаком. Простейшим источником поля является точечный заряд. Излучают электромагнитные волны лишь ускоренно движущиеся заряды. Магнитные диполи и мульти монополю также излучают электромагнитные волны, как и электрические. Модели дипольного магнитного момента, как и электрического, является ток в контуре с его геометрическими параметрами.

Электрические и магнитные заряды представляют собой суть единого электромагнитного поля взаимодействия и неразрывно связаны между собой [1-14].

При вхождении заряженной частицы в единое пространственное поле её траектория движения изменяется. В свою очередь заряженная частица при движении влияет на поле, изменяя его интенсивность. Сила, действующая на

заряд, перпендикулярна полю. В этом случае будет действовать сила, определяемая по формуле:

$$F_M = q_0[\overline{\mathcal{G}B}], \quad (1)$$

В этом соотношении будем считать, что электрическое поле не влияет на движущийся заряд. Это сила $F_M=0$ если заряженное тело (заряд) движется вдоль поля, или если угол между векторами $\overline{\mathcal{G}}$ и \overline{B} равен 0 или 180^0 . В этом случае заряд будет двигаться с постоянной скоростью.

Сила F_M будет максимальной, если скорость движения частицы перпендикулярно вектору \overline{B} . Уравнение движения определяется законом Ньютона:

$$\overline{F}_M = m_0 \frac{d\mathcal{G}}{dt} = q_0[\overline{\mathcal{G}B}] \quad (2)$$

где m_0 -масса частицы.

Результирующая сила, действующая на частицу:

$$\overline{F} = \overline{F}_M + \overline{F}_\mathcal{G} = q_0\{\overline{E} + [\overline{\mathcal{G}B}]\} \quad (3)$$

В электрическом поле движение частицы будет складываться из равномерно – ускоренного движения под действием силы $F_\mathcal{G} = q_0E$ со скоростью $\mathcal{G}_T = at = const$ в направлении параллельном первоначальному. Так как в точке 0 скорость $\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 = \mathcal{G}_T$, то в этой точке $\mathcal{G}_T = 0$. Если принять $t=0$ в момент, когда частица вошла в поле, то в любой последующий момент составляющая скорости $\mathcal{G} = at$ [5].

Ускорение a , вызванное силой $F_\mathcal{G}$ равно:

$$a = \frac{F_\mathcal{G}}{m_0} = \frac{q_0E}{m_0}, \quad (4)$$

Если заряженная частица движется в однородном магнитном поле (рис.3.).

Величину отклонения можно приближенно подсчитать по формуле:

$$h = \frac{F_M t^2}{2m_0 \mathcal{G}_0} = \frac{q_0 B l^2}{2m_0 \mathcal{G}_0}, \quad (5)$$

Как видно, что формула (5) говорит о том, что электрическое и магнитное поле суть единого электромагнитного пространственного поля взаимодействия.

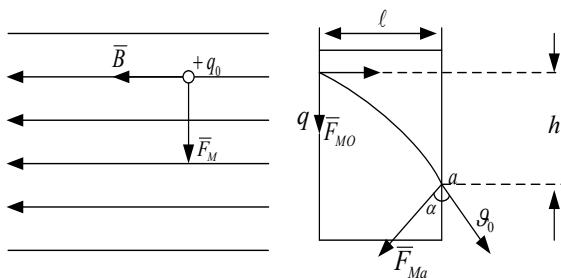


Рис. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле

Если неподвижный проводник, по которому проходит ток, находится в магнитном поле, в проводнике заряды, отклонят их в направлении, перпендикулярном току. У края проводника будет происходить накопление движущихся зарядов, что приведёт к возникновению поперечного электрического поля[7].

Источники

1. Allaev K.R., Khokhlov V.A., Sytdykov R.A. Transient processes of pumping stations. Ed. prof. MM. Muhammadiev. -Т.: "Fan va tehnologiya", 2012, 180s.
2. Allaev K.R., Khokhlov V.A., Titova Zh.O. Improving the energy efficiency of pumping stations with long pipelines // Problems of energy and resource saving. - Tashkent, 2013 - No. 1-2 - S. 10-15.
3. Karelin V.Ya., Minaev A.V. Pumps and pumping stations. -М.: Stroyizdat, 1986. -320 p.
4. Khamudkhanov M.M. Mathematical modeling of a pumping unit for electric irrigation systems // Bulletin of Tashkent State Technical University, 2011. No. 1-2. pp.53-58.
5. Kamalov T.S., Khamudkhanov M.M. Electric drive system for machine irrigation pumping units. - Tashkent: "Fan", 1985. -96 p.
6. Евстигнеев В.В. Совершенствование технологии кондиционирования сточных вод энергетических систем и комплексов. Диссертация. Красноярск 2012г. С 124.
7. Колесников И.К. Халиков А.А., Каримов Р.К. Электромагнитные поля и волны. – Ташкент: «Янги асравлоди», 2008. 218 с.

8. Kurganov A.M., Fedorov N.F. Handbook of hydraulic calculations of water supply and sanitation systems. 3rd ed. -L.: Stroyizdat, 1986. -384 p.
9. Shevelev F.A. Tables for hydraulic calculation of steel, cast iron, asbestos-cement and plastic pipes. -M.: Stroyizdat, 1986. -114 p.
10. Vilner Ya.M., Kovalev Ya.T., Nekrasov B.B. Reference manual for hydraulics, pumps and hydraulic transmissions. -Minsk: Higher School, 1985. -384 p.
11. Abidov K.G. Improving the reliability of reclamation pumping stations with the use of self-starting electric motors. // Electrical equipment: operation and repair. - Moscow, 2020 No. 3 (189) March. pp.34-38.
12. Abidov K.G., Khamudkhanova N.B., Gafurova M.O. Influence of design parameters on energy-saving and operational performance of water-lifting pump units.// Electrical equipment: operation and repair. - Moscow. No. 1, 2023. P. 56-63.
13. Kudrat Abidov. Improving the reliability of the operation of reclamation pumping stations by using self-starting electric motors. E3S Web of Conferences 384, 01055 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338401055>.
14. K.Abidov, K.Dadajanov, U.Absoatov, S.Sabitov. Research for reduction material-capacity of loadlift cranes with multi-engine electric drives on the base electromagnetic work shaft systems. E3S Web of Conferences 383, 04044 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338304044>.
15. K.Abidov, K.Dadajanov, U.Absoatov, S.Sabitov. System of consistent rotation of speeds of drive electric motors of movement mechanisms of overhead cranes.E3S Web of Conferences 383, 04053 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338304053>.

ПРИМЕНЕНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Гимадов Д.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

gimadovdinar@gmail.com

Науч. рук. доц. Галиев И.Ф.

Применение накопителей электроэнергии в распределительных сетях низкого напряжения является перспективным направлением развития энергетической инфраструктуры, позволяющим повысить эффективность использования энергоресурсов, обеспечить стабильность и надежность электроснабжения, а также снизить негативное влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: накопители электрической энергии, мощность, суперконденсатор, аккумуляторная батарея.

НЭЭ – это устройства, способные аккумулировать ЭЭ и отдавать обратно в электрическую сеть. Они работают на основе различных устройств, таких как аккумуляторы, маховики, конденсаторы, тепловые аккумуляторы и другие.

Аккумуляторы (АБ) – это химические источники тока, которые накапливают и хранят энергию в виде химических связей и обладают высокой плотностью энергии, но имеют относительно низкую мощность.

Конденсаторы – это электротехнические устройства, накапливающие энергию в электрическом поле и обладающие высокими мощностными характеристиками, но низкой плотностью энергии.

Суперконденсатор (или ультраконденсатор) - это электрохимический элемент накопления ЭЭ, который обладает значительно большей емкостью, чем обычные конденсаторы, занимая промежуточное положение между конденсаторным накопителем и АБ, имея более высокую плотность энергии и мощность по сравнению с конденсаторами, но меньшую, чем аккумуляторы.

Индуктивные накопители на сверхпроводниках (СПИН) – накопители, позволяющие получить предельные значения плотности тока в активной зоне и, как следствие, имеют наилучшие массогабаритные показатели, но это приводит к увеличению массы системы охлаждения конструкции.

Свинцово-кислотные аккумуляторы (СКА) – самые распространенные электрохимические системы с хорошо отработанной технологией. Относительно недорогие, долговечные накопители, но крайне неэкологичные.

Также существуют натрий-серные (Na-S), ванадий-редоксные (VRB), цинк-бромидные (ZnBr), литий-ионные (Li-Ion), металло-воздушные и поточные аккумуляторы.

Таблица 1

Шкала мощностей НЭЭ

Тип накопителя	Аккумуляторы			Электрохимические конденсаторы
	Кислотные	Щелочные	Литий-ионные	
Показатели				
Максимальная удельная мощность, Вт/кг	250	1300	3000	12000

НЭЭ применяются для поддержания стабильности напряжения, регулирования частоты и мощности, а также для обеспечения бесперебойного питания. Кроме того, накопители могут использоваться для снижения потерь ЭЭ, связанных с ее передачей и распределением.

Схемы подключения НЭЭ могут быть разными в зависимости от их типа, емкости, требуемой мощности и других параметров:

- Подключение в РС через инвертор.
- Подключение параллельно с РС.
- Подключение последовательно с сетью.
- Подключение через умную сеть (Smart Grid).
- Подключение через гибридный инвертор.

Основным преимуществом использования НЭЭ является оптимизация режима РС за счет сглаживания пиков нагрузок, что снижает износ оборудования и затраты на обслуживание. Использование НЭЭ снижает стоимость ЭЭ за счет уменьшения потерь при передаче и распределении.

НЭЭ имеют ряд недостатков: высокая стоимость оборудования и его обслуживания; АБ требуют периодической замены, увеличивая затраты.

Применение НЭЭ в РС низкого напряжения является перспективным направлением развития электроэнергетики. Одна из задач – разработка аппаратно-программного комплекса управления энергоблоком «газо-поршневая мини-ТЭЦ – НЭЭ» в распределительной сети. Для внедрения и широкого использования модулей энергоустановок необходимо решить ряд технических и

экономических задач, связанных с их опытной эксплуатацией и техническим обслуживанием.

Источники

1. Богучарсков, В. А. Концепция Smart Grid как решение текущих проблем отечественной электроэнергетики / В. А. Богучарсков, О. В. Воркунов // Технологический суверенитет и цифровая трансформация : Международная научно-техническая конференция, Казань, 05 апреля 2023 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 108-110.

2. Абдреев, К. А. Сравнительный анализ различных систем накопления электроэнергии в промышленной аккумуляции / К. А. Абдреев, М. Ш. Гарифуллин // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 162-170.

3. Накопители электроэнергии. Учебное пособие: Е.К. Умбеткулов, И.С. Соколова. – Алматы: АУЭС им Г. Даукеева, 2022. – 79 с.

4. Ефремов Д.Г. Исследование возможности и разработка способов применения накопителей энергии различного типа для противоаварийного управления при больших возмущениях в энергосистеме: дис. канд. техн. Наук: защищена 2018 / Ефремов Дмитрий Геннадьевич. – М., 2018. – 146 с.

5. Гиззатова, И. Д. Интеграция в инженерном вузе: ключевые компоненты и преимущества / И. Д. Гиззатова // Современные инновационные образовательные технологии в информационном обществе : Сборник статей XV Международной научно-методической конференции, Пермь, 20 марта – 28 2023 года. – Пермь: Пермский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 2023. – С. 53-57.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Глоткина Л.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

glotkina_lyuba@mail.ru

Увеличение содержания углекислого газа в атмосфере и глобальное потепление из-за его парникового эффекта вызвали обеспокоенность во всем мире. С другой стороны, двуокись углерода можно рассматривать как ценный и возобновляемый источник углерода. В статье рассматривается один из подходов к сокращению выбросов углекислого газа, его улавливание и переработка путем преобразования в химические вещества с использованием специальных технологий.

Ключевые слова: электролиз, углекислый газ, возобновляемая энергетика, топливо, катализатор.

В настоящее время изменение климата и нехватка энергии являются одними из самых больших проблем для человечества. Энергоснабжение в мире по-прежнему обеспечивается в основном за счет сжигания ископаемого топлива, которое в настоящее время обеспечивает почти 83,1% мирового потребления энергии, при котором выделяется огромное количество углекислого газа, большая часть которого выбрасывается в атмосферу и фактически тратится впустую, а также такие ресурсы имеют ограничения на их использование[1].

Однако мировой спрос на энергию растет гораздо быстрее, чем возможности ископаемого топлива, что приводит к нынешнему этапу дефицита энергии. Использование ископаемого топлива оказывает значительное негативное воздействие на окружающую среду и считается одной из основных причин глобального изменения климата.

Все большее число исследований сфокусировано на поиске технологических решений для уменьшения уровня углекислого газа (CO_2), а также на поиске способов переработки его в более ценную форму.

Одним из обещающих решений является переработка CO_2 в топливо, что может привести к существенному снижению уровня углекислого газа в атмосфере и помочь в борьбе с климатическими изменениями. Одной из инновационных стратегий является улавливание и преобразование CO_2 в ценное топливо.

Преобразование CO_2 в топливо включает в себя несколько сложных химических и электрохимических процессов. Одним из наиболее перспективных методов является электрохимическое восстановление, при котором используются возобновляемые источники энергии, такие как солнце или ветер, для преобразования CO_2 в полезные углеводороды. Этот процесс имитирует фотосинтез, при котором CO_2 и вода объединяются для получения богатых энергией соединений. Вот подробное объяснение того, как это работает:

1. Улавливание углекислого газа:

Первым шагом является улавливание углекислого газа из атмосферы или в результате промышленных процессов. Это может быть сделано с помощью различных методов, включая прямой захват воздуха или улавливание выбросов CO_2 с электростанций и заводов.

2. Электролиз воды (расщепление воды):

Электричество, вырабатываемое с помощью возобновляемых источники энергии, такие как солнечная или ветровая, используется в процессе, называемом электролизом воды, где вода (H_2O) расщепляется на водород (H_2) и кислород (O_2). Образующийся газообразный водород является важнейшим компонентом на последующей стадии сокращения выбросов CO_2 .

3. Электрохимическое снижение содержания CO_2 :

CO_2 , улавливаемый на этапе 1, подается в электрохимическую ячейку вместе с газообразным водородом, полученным на этапе 2. Внутри электрохимической ячейки используется катализатор. Этот катализатор часто изготавливают из наночастиц металлов, таких как медь, серебро или золото, которые облегчают реакцию восстановления CO_2 . Когда через элемент протекает электрический ток, молекулы CO_2 химически преобразуются, используя водород в качестве восстановителя, в углеводороды или другие ценные химические вещества. Конкретные образующиеся углеводороды зависят от материала катализатора, условий реакции и желаемых продуктов. Распространенные продукты включают метан (CH_4), этилен (C_2H_4), метанол (CH_3OH) и муравьиную кислоту (HCOOH)[2].

4. Углеводородные продукты:

Полученные углеводороды могут быть использованы в качестве топлива, химического сырья или храниться для последующего использования. Метан, например, может быть закачан в трубопроводы природного газа или использован для выработки электроэнергии. Метанол – универсальное химическое вещество, используемое в различных промышленных процессах[3].

Основным преимуществом преобразования CO_2 в топливо является значительное его сокращение в виде выбросов в атмосферу. Преобразованные

виды топлива могут служить в качестве энергоносителей и решений для хранения энергии.

Хотя преобразование CO₂ в топливо имеет огромные перспективы, необходимо решить ряд проблем, чтобы сделать это широко распространенной реальностью. Это разработка катализаторов. Продолжаются исследования по разработке более эффективных и экономичных катализаторов. Также внедрение технологий преобразования CO₂ в топливо для удовлетворения глобальных потребностей в энергии требует значительных инвестиций и развития инфраструктуры.

В целом превращение углекислого газа в топливо представляет собой многообещающий путь борьбы с изменением климата при одновременном удовлетворении наших энергетических потребностей. Используя мощь возобновляемых источников энергии и инновационные каталитические технологии, мы можем превратить CO₂ из проблемного парникового газа в ценный ресурс. Поскольку исследования и разработки в этой области продолжают продвигаться вперед, есть надежда, что преобразование CO₂ в топливо сыграет ключевую роль в переходе к более устойчивой и экологически чистой энергетике.

Источники

1. Ископаемое топливо не сдает позиции в мировой энергетике // Национальная ассоциация нефтегазового сервиса URL: <https://nangs.org/news/markets/iskopaemoe-toplivo-ne-sdaet-pozitsii-v-mirovoy-energetike> (дата обращения: 29.09.2023).

2. Исследователи разработали эффективную концепцию превращения углекислого газа в экологически чистое топливо без каких-либо нежелательных побочных продуктов или отходов. // ScienceDaily URL: <https://www.sciencedaily.com/releases/2022/02/220228114338.htm> (дата обращения: 29.09.2023).

3. Водородное топливо из муравьиной кислоты получают ученые Академгородка // Новости Новосибирской области URL: <https://vn.ru/news-vodorodnoe-toplivo-iz-muravinoy-kisloty-poluchayut-uchenye-akademgorodka/> (дата обращения: 29.09.2023).

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Горячев К.И.

ФГБОУ «КГЭУ» г. Казань, Республика Татарстан

kostya.goryachev.1998@mail.ru

Науч. рук. доц. Куракина О.Е.

В тезисе исследуется проблема качества электроэнергии в современных энергетических системах; проводятся исследования методов и технологий, применяемых для повышения качества электроэнергии; а также оценивается важность обеспечения высокого качества электроэнергии для повышения эффективности энергоснабжения.

Ключевые слова: качество электроэнергии, фильтры, автоматизация, регулирование, коэффициент, перспективы.

Электроэнергия играет важную роль как на производстве, так и в повседневной жизни человека, однако, качество электроэнергии оказывает ключевое влияние на обеспечение надежного и эффективного функционирования систем электроснабжения, а также оказывает воздействие на экономических показателей как со стороны потребителя, так и со стороны производителя. К основным параметрам качества электроэнергии относятся: частота, напряжение, гармоники, искажение синусоиды и доза фликера (мерцание или колебание)[1].

Современные системы управления и регулирования позволяют поддерживать параметры частоты и напряжения в заданных пределах (нормальное допустимое отклонение в пределах 5% от номинального и предельное допустимое отклонение в диапазоне 10%), что способствует стабильной работе оборудования и предотвращает сбой. Регулирование частоты делится на первичное (на турбине) и вторичное (восстановление частоты). Регулирование напряжения осуществляется с помощью автоматические управляемой конденсаторной батареи, линейных регулировочных автотрансформаторов или индивидуальных регулирующих устройств у трансформаторов. Для устранения искажений, в сети устанавливаются компенсаторы реактивной мощности[2].

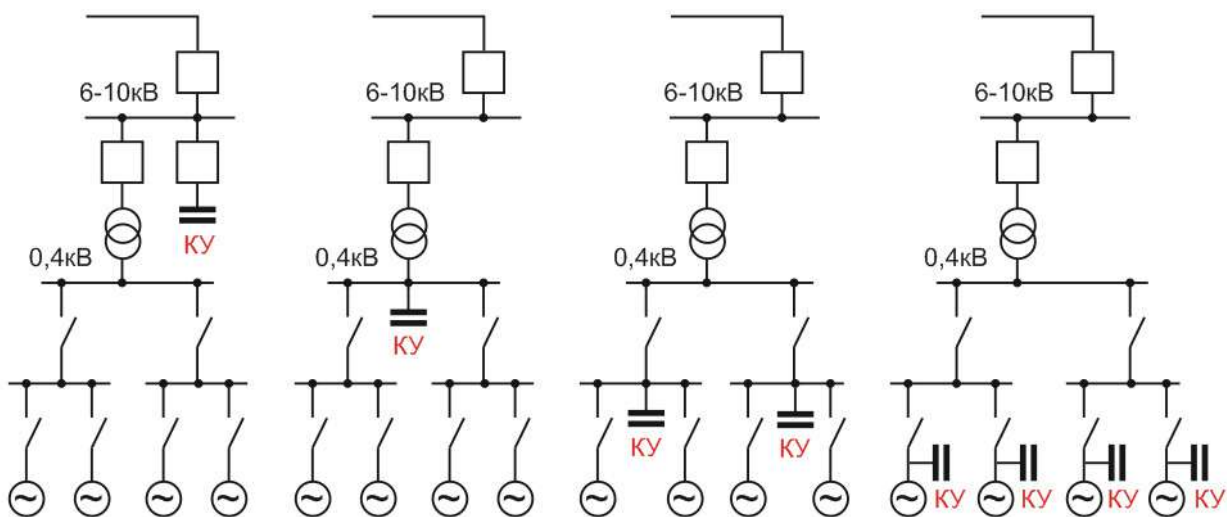


Рис. 1. Способы установки КУ в сетях.

Чтобы снизить электромагнитные помехи и гармоники, которые влияют в особенности на чувствительные устройства и промышленные процессы, устанавливаются фильтры и стабилизаторы напряжения[3].

Например, использование активного фильтра гармоник обеспечит снижение потерь мощности на 22,5 кВт×ч или 1380780 кВт×ч за срок службы (61368 ч.).

Внедрение одного фильтра снижает потери мощности в течение срока службы (7 лет): $61368 \text{ ч} \cdot 4,3 \text{ руб./кВт}\times\text{ч} \cdot 22,5 \text{ кВт}\times\text{ч} = 5937354 \text{ руб.}$

Фильтр позволяет соответствовать напряжению требованиям ГОСТа, что обеспечивает повышенный срок службы и непрерывную работу оборудования. Использование фильтров уменьшает величину реактивной мощности, поскольку cosφ повышается с 0,75 до 0,98. На сегодняшний день стоимость одного фильтра, с учетом строительно-монтажных работ и пусконаладочных работ, составляет 1200000 рублей [4].

Переход к альтернативным источникам энергии, таким как солнечная и ветровая энергия, также способствует улучшению качества электроэнергии, ведь они обладают меньшей изменчивостью и могут сглаживать влияние флуктуаций (случайных отклонений величин) в основной сети.

Формирование технологий и внедрение умных сетей (smart grid) позволяет более эффективно управлять распределением и мониторингом электроэнергии, вследствие чего уменьшается время восстановления после сбоев и повышается надежность сети.

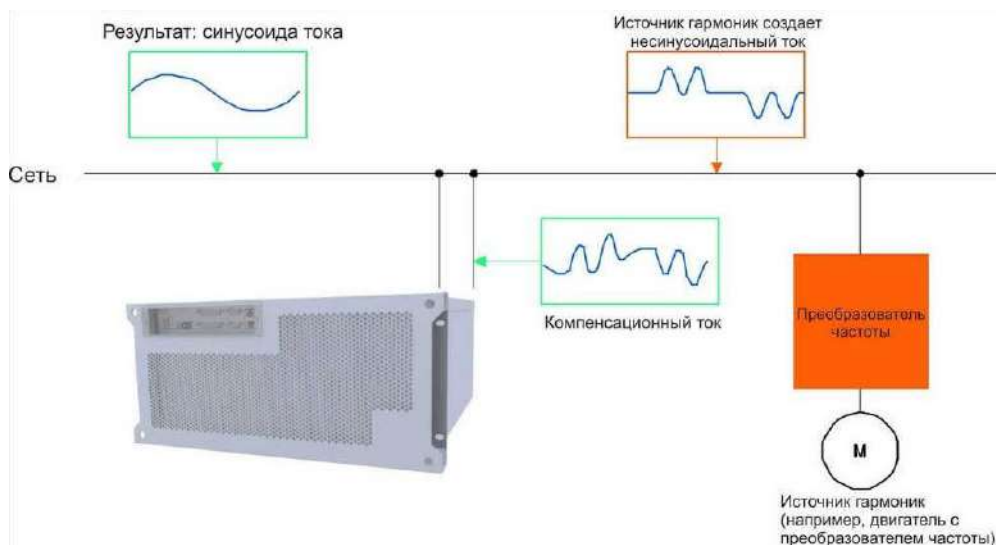


Рис. 2. Принцип действия АФГ

В будущем, с увеличением компьютерных и информационных систем, массовой электрификацией транспорта, широким распространением приборов, чувствительных к электромагнитным помехам, очень важно повышение качества электроэнергии. Повышение качества электроэнергии имеет большое количество практических преимуществ, таких как: более надежные и устойчивые энергосистемы, эффективное использование возобновляемых источников, уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, рост устойчивых технологий и увеличение доступности энергии в отдаленных регионах.

Источники

1. Дьяченко Р.А. способы повышения качества электрической энергии в саз // Современные наукоемкие технологии. – 2004. – № 2. – С. 178-179
2. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.-М.:Стандартинформ, 2014. 16 стр.
3. Варенов А.А. Некоторые способы сбережения материальных и энергетических ресурсов в электроаппаратостроении / А.А. Варенов, В.В. Максимов, О.В. Воркунов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 227-229.
4. Валиуллина Д. М. Рост показателей качества электроэнергии за счет применения активного фильтра гармоник / Д. М. Валиуллина, Д. А. Равин // фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития: сборник статей XXVIII Международной научно-практической конференции.

Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2023. – С. 83-88.

4. Муратаева, Г.А. Мероприятия по диагностике кабельной линии 6-10 кВ / Г.А. Муратаева, Ф.В. Сахаров // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Москва, 30 июня 2022 года / Редколлегия: Бабаева З.Ш. [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 74-79.

ЦИФРОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

Гумерова Г.М.¹, Валиуллин С.Р.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹gumerova_2002@inbox.ru, ²save1313@mail.ru

Науч. рук. доц. Валиуллина Д.М.

Тема тезиса – эффективность использования цифровых измерительных преобразователей (трансформаторов). Обосновывается актуальность развития данного направления измерительного оборудования. Проводится сравнение с традиционными (электромагнитными) трансформаторами.

Ключевые слова: измерительные приборы, электромагнитные измерительные трансформаторы, цифровые измерительные трансформаторы, цифровая подстанция.

Измерительные трансформаторы, работающие на основе закона электромагнитной индукции – основа измерительных преобразователей, использующиеся повсеместно. Однако данные устройства обладают некоторыми недостатками, связанными с используемым в их создании материалом. Ферромагнитные сердечники, образующие магнитную систему, наделяют ее свойством насыщения, что вместе с явлением остаточной намагниченности способствует искажению формы тока в установившихся и переходных режимах работы. Данное негативное влияние проявляется в нарушении работы релейной защиты и автоматики, являющемся недопустимым. Описанных недостатков решены цифровые измерительные трансформаторы, которые помимо этого позволяют получить данные об измерениях в электронном виде, увеличения числа цифровых решений, применяемых в электроэнергетики, также говорит об актуальности развития и внедрения измерительных преобразователей, работающих на новых принципах.

Важной задачей измерительного трансформатора является обеспечивать выполнение главных требований, предъявляемых релейной защите (быстродействие, селективность, надежность, чувствительность). Решение данной задачи затруднительно, благодаря чему измерительный цифровой трансформатор имеет несколько первичных блоков, отличающихся принципами работы, а именно малогабаритный трансформатор тока, датчики постоянного тока без индукции (магнитотранзисторный датчик), кольцо Роговского, представляющее собой диэлектрический сердечник с обмоткой, внутри которого находится провод с измеряемым током (рис. 1). Использование нескольких каналов, работающих на разных принципах, существенно повышает

надежность работы релейной защиты и точность измерений. Как показывает практика, и множество проведенных исследований, посвященных частотным характеристикам, показали высокую точность и стабильность работы данных преобразователей в широком частотном диапазоне (0-50 кГц), что позволяет использовать их как в цепях защиты, так и в качестве прибора учета электроэнергии. При использовании традиционных цифровых преобразователей это представлялось невозможным из-за насыщения трансформаторов тока (ТТ) при больших измеряемых величинах тока, и неспособности аналого-цифрового преобразователя (АЦП) обеспечивать необходимую точность при оцифровке значений номинальных токов и токов короткого замыкания (КЗ).

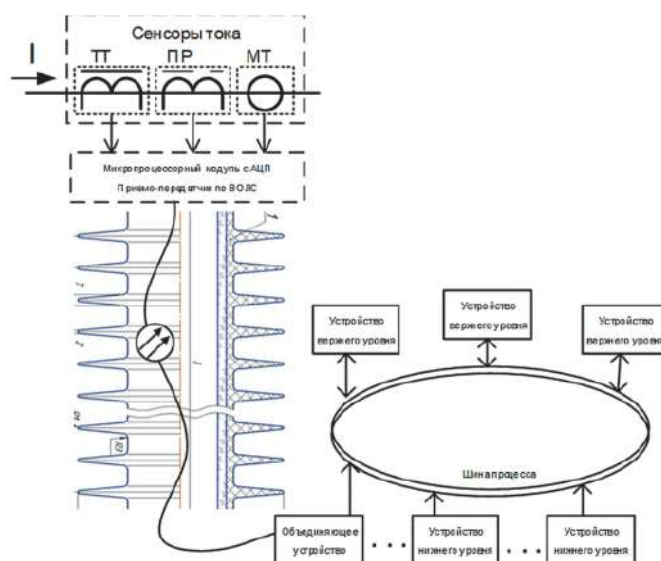


Рис. Структурная схема цифрового трансформатора тока

Оцифровка сигналов в цифровом измерительном преобразователе происходит следующим образом: все три сигнала сравниваются блоком обработки, корректируются с помощью коэффициентов, на данном этапе выявляется насыщение малогабаритного трансформатора (МТ), если оно есть, то дальше используются только результаты двух других датчиков, не подверженных данному процессу. После нормализации МТ (размагничивания) блок обработки автоматически вновь начинает использовать МТ как главный измерительный прибор ввиду его большей точности[1-3].

Подводя итог, можем утверждать, что развитие и использование цифровых измерительных преобразователей, использующих различные физические принципы для измерения тока, способствует повышению точности измерения, обеспечивая как функциональное, так и аппаратное резервирование. Также цифровые трансформаторы позволяют релейной защите не сталкиваться

с проблемами насыщения магнитопроводов, остаточной намагниченности, что в свою очередь повышает надежность и бесперебойность работы электрической сети.

Источники

1. Чиркова Д. М., Валиуллина Д. М. Возобновляемые источники энергии и безопасность // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный Дню энергетика: Материалы конференции. В 3-х томах, Казань, 07–08 декабря 2021 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова

2. Jignesh P. Types of electrical power distribution systems [Электронный ресурс]: Electrical Engineering Portal. 2011. URL: <http://electrical-engineeringportal.com/types-of-electrical-power-distribution-systems> (дата обращения: 05.12.2016).

3. Воркунов О. В., Загруддинов Р. Р. Диагностика технического состояния силовых трансформаторов напряжением 110 КВ // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 07 апреля 2021 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 83-85.

4. Амиров, Д. И. Определение вольтодобавочного трансформатора и оптимальный выбор места его расположения / Д. И. Амиров, А. М. Маклецов // Нанотехнологии: наука и производство. – 2023. – № 3. – С. 13-17.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Дюкин И.Р.

ФГБОУ ВО «Вятский ГАТУ», г. Киров, Россия

lester0125@yandex.ru

Удмуртская Республика, расположенная в Приволжском федеральном округе России, обладает своей уникальной энергосистемой, входящей в Оперативно-эксплуатационную систему (ОЭС) Урала. Анализируется текущее состояние и особенности электроэнергетики УР, включая мощности генерации, потребление электроэнергии и технические ограничения при передаче энергии.

Ключевые слова: энергосистема, динамика потребления, график аварийного ограничения, автоматика ограничения снижения напряжения.

Удмуртская Республика (УР) – субъект Российской Федерации, входящий в состав Приволжского федерального округа, расположена в западной части Среднего Урала в междуречье рек Вятки и Камы. Энергосистема УР является одной из девяти энергосистем, входящих в состав ОЭС Урала. В УР действует представительство Системного оператора для взаимодействия АО «СО ЕЭС» с субъектами электроэнергетики, исполнительными органами государственной власти УР, территориальными органами Ростехнадзора, МЧС России. Оперативно-диспетчерское управление на территории УР осуществляет Филиал АО «СО ЕЭС» Пермское РДУ.

Энергосистема УР связана с энергосистемами Пермского края: ВЛ 220 кВ – 4 шт., ВЛ 110 кВ – 11 шт.; Кировской области: ВЛ 220 кВ – 3 шт.; Республики Башкортостан: ВЛ 500 кВ – 1 шт., ВЛ 110 кВ – 2 шт.; Республики Марий Эл: ВЛ 500 кВ – 1 шт.; Республики Татарстан: ВЛ 500 кВ – 1 шт.

Установленная мощность электростанций энергосистемы УР на 01.01.2022 составила 686,6 МВт на ТЭС. В структуре генерирующих мощностей энергосистемы УР доля ТЭС составляет 100 %.

Динамика потребления электрической энергии энергосистемы УР приведена на рисунке.

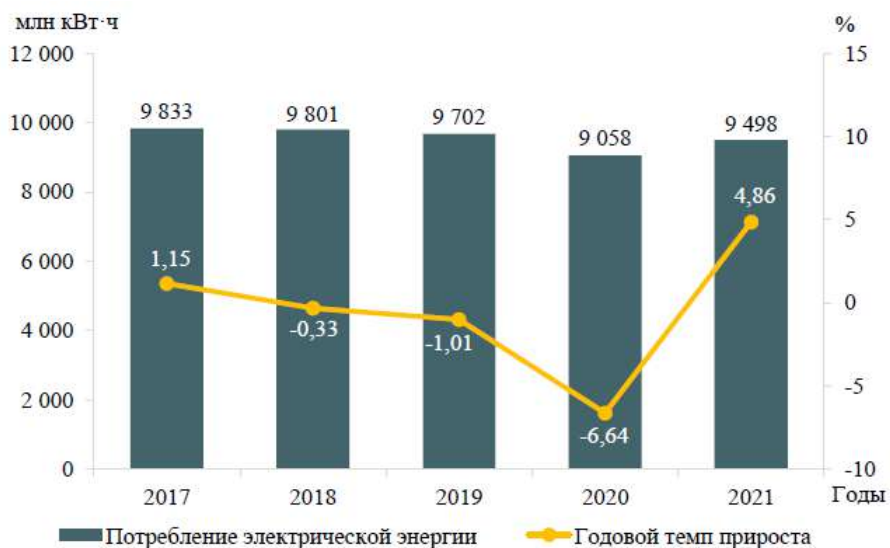


Рис. Динамика потребления ЭЭ

За период 2017–2021 годов потребление электрической энергии энергосистемы УР снизилось на 335 млн кВт·ч и составило в 2021 году 9498 млн кВт·ч, что соответствует среднегодовому темпу прироста -0,39 %. Наибольший годовой прирост потребления электрической энергии составил 4,86 % в 2021 году, наибольшее снижение зафиксировано в 2020 году и составило -6,64 %.

Динамика изменения потребления электрической энергии энергосистемы УР обуславливается следующими факторами:

- увеличением объемов добычи нефти к 2019 году нефтедобывающей компанией ПАО «Удмуртнефть» им. В.И. Кудинова с последующим снижением в 2021 году;
- снижением потерь в сетях при передаче электрической энергии;
- введением карантинных мер в 2020 году и их послаблением в 2021 году;
- значительной разницей среднесуточных температур наружного воздуха в дни прохождения годовых максимумов потребления мощности[1].

Основной особенностью функционирования электрических сетей 110 кВ и выше энергосистемы УР является то, что транзитные линии электропередачи 110 кВ и выше энергосистемы участвуют не только в передаче или приеме мощности из ОЭС Урала в ОЭС Средней Волги и Центра, но и шунтируют сеть 500 кВ (сечения «Урал - Запад», «Запад - Урал»).

На территории УР к энергорайонам, характеризующимся рисками ввода графика аварийного ограничения режима потребления электрической энергии (ГАО) относится Воткинский энергорайон.

В летнем режиме максимальных нагрузок при аварийном отключении АТ на ПС Комсомольская в ремонтной схеме с отключением другого АТ и ВЛ 110

кВ Сива – Газовая I цепь с учётом перевода нагрузки ПС Нефть 110 кВ в объеме 4 МВт на другие источники питания и отключением нагрузки на ПС Комсомольская объемом 13 МВт, напряжение на ПС Як.Бодья 110 кВ будет составлять 75,97 кВ при допустимом 84,7 кВ. При этом, схемно-режимные мероприятия и альтернативные технические решения отсутствуют.

Для ввода параметров электроэнергетического режима в область допустимых значений требуется ввод ГАО в объеме до 6 МВт.

Существует техническое решение (мероприятие), позволяющее ввести параметры в область допустимых значений: установка АОСН на ПС Кыква 110 кВ[2].

Таким образом, данное мероприятие по развитию энергосистемы УР, включая предложение по развитию сети напряжением 110 кВ и выше, для обеспечения надежного функционирования энергосистемы УР в долгосрочной перспективе, скоординированного развития сетевой инфраструктуры и генерирующих мощностей.

Источники

1. Российская Федерация. М-во энергетики. Приказы. Об утверждении укрупненных нормативов цены типовых технологических решений капитального строительства объектов электроэнергетики в части объектов электросетевого хозяйства: Приказ М-ва энергетики Российской Федерации от 17 января 2019 г. № 10: зарегистрирован М-вом юстиции 7 февраля 2019 г., регистрационный № 53709. – Текст: электронный. – URL: <http://www.consultant.ru/>

2. Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2022–2028 годы : утверждены Приказом М-ва энергетики Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 146 «Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2022–2028 годы». – Текст: электронный. – URL: <http://www.consultant.ru/>

ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ибрагимова З.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Zilko2002@list.ru

Науч. рук. доц. Куракина О.Е.

В данном тезисе рассмотрены различные технологии хранения электроэнергии для обеспечения устойчивости работы электроэнергетических систем. Эти технологии имеют как преимущества, так и недостатки, которые будут проанализированы в этой статье.

Ключевые слова: технология хранения, электроэнергия, электроэнергетическая система.

Технологии хранения электроэнергии играют важную роль в обеспечении устойчивости электроэнергетических систем. В условиях постоянного роста потребления электроэнергии потребность в эффективном хранении электроэнергии становится все более важной.

Одной из основных технологий хранения электроэнергии является использование аккумуляторных батарей. Они позволяют хранить электрическую энергию в химической форме, а затем использовать ее по мере необходимости. Аккумуляторные батареи широко используются на подстанциях для бесперебойной работы. Они имеют высокую плотность энергии, но имеют ограниченную емкость и срок службы. С развитием литий-ионных и других типов аккумуляторов стали возможны меньшие по размеру и более мощные системы хранения энергии[1,2].

Еще одна многообещающая технология — использование суперконденсаторов. Это источник не постоянной, а импульсной мощности. В отличие от аккумуляторов это источник кратковременных, хотя и мощных импульсов. Суперконденсаторы имеют высокую плотность энергии и могут быстро заряжаться и разряжаться. Их можно использовать для сглаживания пиков нагрузки в энергосистеме и обеспечения быстрого реагирования на изменения спроса[3].

Кроме того, активно ведутся исследования в области химического хранения энергии. Одним из примеров является хранение энергии в виде водорода, который можно использовать в топливных элементах для выработки электроэнергии. Водородные топливные элементы обладают высокой энергоэффективностью и не выделяют вредных выбросов в процессе

работы. Они также имеют высокую плотность энергии, но требуют инфраструктуры для хранения и использования водорода[4].

Механические системы хранения энергии, такие как маховики, используют кинетическую энергию, которая накапливается в процессе вращения на высокой скорости массивного колеса, для хранения и высвобождения электроэнергии[5]. Они имеют высокую плотность энергии и длительный срок службы, но требуют эффективного управления и контроля. Самые современные накопители энергии на базе маховиков имеют достаточно высокие показатели удельной мощности. Особенно перспективными в этом плане считаются кинетические аккумуляторные установки на базе супермаховиков, где вращающееся тело изготавливается из высокопрочной графеновой ленты. Такие накопители способны накапливать до 1200 Вт*ч (4,4 МДж) энергии на 1 кг массы.

Тепловые аккумуляторы позволяют хранить тепловую энергию в виде нагреваемых материалов и использовать по мере необходимости. Они широко используются в системах отопления и охлаждения. Тепловые батареи имеют высокую плотность энергии и длительный срок службы, но требуют эффективной изоляции и контроля температуры[6].

Другие многообещающие технологии хранения энергии включают использование гравитационных систем, таких как подъем тяжестей и систем хранения энергии на основе сжатого воздуха. Учёные из Международного института прикладного системного анализа (IIASA) доказывают в своем исследовании, что выведенные из эксплуатации шахты можно перепрофилировать для работы гравитационных батарей. В этом проекте избыточная энергия используется для подъема тяжелых предметов, а затем груз сбрасывается, преобразуя кинетическую энергию падения в электрическую, которую проще передавать потребителям[7].

Однако, несмотря на значительные достижения в области с развитием технологий хранения энергии остаются проблемы из-за высокой стоимости и низкой плотности энергии некоторых систем. Безопасность и экологическая устойчивость этих технологий также являются важным аспектом[8].

В заключение хотелось бы отметить, что технологии хранения электроэнергии играют важную роль в устойчивости электроэнергетических систем. В настоящее время разрабатывается большое количество инновационных технологий. Разработка более эффективных и экологически устойчивых технологий в будущем поможет обеспечить стабильное энергоснабжение.

Источники

1. Гаджиев, Р.Р. Аккумуляторные батареи как технология хранения электроэнергии / Р.Р. Гаджиев - СПб: Издательская группа "Лань", 2012.
2. Галимов, А. Ж. Контроль показателей качества электроэнергии / А. Ж. Галимов // Молодой исследователь: вызовы и перспективы : сборник статей по материалам СЛП международной научно-практической конференции, Москва, 03 февраля 2020 года. Том 5 (152). – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2020. – С. 180-182.
3. Джонсон, Б. Суперконденсаторы в системах хранения энергии / Б.Джонсон - М.: Энергоатомиздат, 2010.
4. Иваненко, Е.С. Химическое хранение энергии в топливных элементах / Е.С. Иваненко - СПб: Издательство "Академия", 2014.
5. Корольчук, Ю.А. Механические системы хранения энергии / Ю.А. Корольчук - Киев: Техника, 2018.
6. Литвинов, Ю.В. Тепловые аккумуляторы и системы хранения энергии / Ю.В. Литвинов - М.: Энергоиздат, 2016.
7. J. Hunt, B. Zakeri, A. Neyl, Turning abandoned mines into batteries / J. Hunt, B. Zakeri, A. Neyl [Электронный ресурс] // International Institute for Applied Systems Analysis : [сайт]. — URL: <https://iiasa.ac.at/news/jan-2023/turning-abandoned-mines-into-batteries> (дата обращения: 26.09.2023).
8. Хилажев, Т. И. Системы контроля качества электрической энергии / Т. И. Хилажев, Д. М. Валиуллина, Р. М. Хайретдинов // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация» : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 67-68.

НАКОПИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ

Иванов Т.Д.,

ФГБОУ «КГЭУ» г. Казань, Республика Татарстан

timurka.ivanov.2002@list.ru

Науч. рук. проф. Гарифуллин М.Ш.

В тезисе исследуются накопители электроэнергии в распределительных сетях 6-10 кВ; приводятся основные виды, их преимущества и недостатки; рассматривается дальнейшая перспектива развития накопителей электроэнергии в сфере энергетики.

Ключевые слова: накопители электроэнергии, возобновляемые источники энергии, аккумуляторы, суперконденсаторы, ионисторы, перспективы.

Со стабильным ростом доли возобновляемых источников и увеличением потребительского спроса на электроэнергию, накопители стали важнейшей частью энергетической системы.

В наше время потребление электроэнергии постоянно растет, связанное с развитием новых технологий, электрификацией транспорта. Распределительные сети являются ключевыми компонентами в энергетической системе, т.к. им необходимо бесперебойно передавать электроэнергию от генераторов главных подстанций к потребителю.

Увеличение количества энергии, генерируемых из возобновляемых источников энергии (ВИЭ), добавило ряд новых задач перед электрическими сетями, работающими в условиях высокой нагрузки.

Внедрение данных источников приводит к значительным пикам и спадам производства электроэнергии.

Для уменьшения потерь электроэнергии и обеспечения надежности электроснабжения стали активно использовать накопители электрической энергии [1].

Существуют некоторое количество накопителей, которые могут внедряться в распределительные сети 6-10 кВ:

1. Аккумуляторы. Довольно распространённый вариант запасания энергии. Является дешевым вариантом. Недостатком можно считать ограниченный жизненный цикл. Он резко падает при глубинном разряде. В России их распространению препятствует тот факт, что большая часть РФ находится на территории, где характерен холодный климат. Аккумуляторы при низких температурах активно теряют свои свойства.

2. Суперконденсаторы. Также их называют ионисторами. Они состоят из электрода и сепаратора, которые погружены в электролит.

Ионисторы обладают быстрым циклом заряда/разряда, высоким жизненным циклом, устойчивостью к внешним воздействиям. Главными недостатками являются низкая плотность энергии и высокая стоимость.

3. Супермаховик. Данное устройство работает за счет разгона ротора маховика до высокой скорости и поддержания энергии в виде энергии вращения[2].

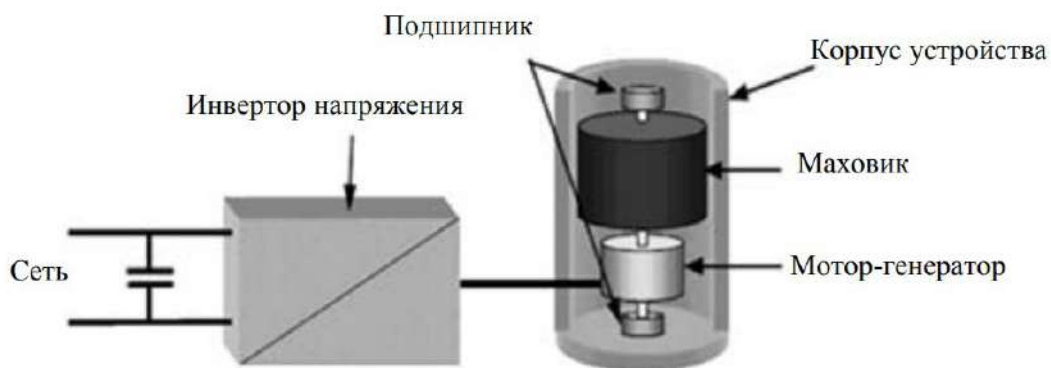


Рис. Схема супермаховика[3]

Обычную систему можно представить из супермаховика, который поддерживается подшипниками качения, соединенного с двигателем-генератором. Маховик помещают в вакуумную камеру для уменьшения трения и потерь энергии[4].

Принцип работы заключается в преобразовании электрической энергии из механической с помощью электродвигателя, вал которого вращается на магнитных подвесах в вакуумированном кожухе[5].

Раньше супермаховики изготавливались из конструкционной стали, которая при высокой плотности не обеспечивала высокий предел прочности.

С появлением композитных материалов, таких как стекловолокна и карбонового волокна, удалось повысить предел прочности почти в 5 раз, тем самым увеличилась энергоемкость.

Супермаховики обладают высокой плотностью энергии, длительным сроком службы. Также в отличие от аккумуляторных батарей, они изготавливаются из экологически чистых материалов. К тому же аккумуляторы требуют специализированной переработки по истечению срока жизненного цикла.

Например, в США компания Beacon Power внедрила концепцию вращающегося диска. В качестве материала маховика использовали углеродное волокно. Деталь помещается в вакуумный резервуар и подвешиваются на

мощных магнитах. В этих условиях скорость вращения удалось превысить скорость звука почти в два раза[5].

Супермаховики хранят энергию в кинетическом виде и высвобождают ее, когда энергосистема в ней нуждается. Они могут использоваться в качестве источника бесперебойного питания в промышленных предприятиях при высоких нагрузках. Также они могут активно внедряться в электрических сетях, т.к. быстро реагируют на изменение частоты, что делает их хорошим решением для стабилизации частоты сети при возникновении резких колебаний.

Но в России они практически не используются. Вакуумированные супермаховики превосходят аккумуляторы по КПД, но их повсеместному использованию препятствует высокая стоимость материалов.

Таким образом, были рассмотрены основные виды запасаения энергии, а также устройство запасаения кинетической энергии – супермаховик. Супермаховики являются перспективным способом запасаения энергии. Они смогут увеличить надёжность и улучшить качество электрических сетей. Но в данный момент, чтобы активно эксплуатироваться, они нуждаются в снижении затрат на производство, а также требуют новых разработок по изготовлению новых материалов с высокой прочностью и маленькой плотностью. Для того, чтобы реализовать все это, потребуется много времени и средств для разработок. Именно поэтому сейчас предпочтение отдается в пользу новейших аккумуляторных технологий. Но с развитием технологий направление супермаховиков весьма перспективно.

Источники

1. Галимов А. Ж. качество электрической энергии / А. Ж. Галимов // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сборник статей по материалам СЛП международной научно-практической конференции, Москва, 03 февраля 2020 года. Том 5 (152). – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Интернаука", 2020. – С. 183-185.
2. Гулиа Н.В. Инерционные аккумуляторы энергии. Воронеж: ВГУ, 1973. 240 с.
3. Супермаховик- альтернативный накопитель энергии [Электронный ресурс]. – URL: <https://alter220.ru/akkum/supermahoviki-alternativnyj-nakopitel-energii.html> (дата обращения:09.10.2023)
4. Накопитель энергии маховика [Электронный ресурс]. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Flywheel_energy_storage(дата обращения:09.10.2023)
5. World's Largest Flywheel Energy Storage System [Электронный ресурс]. – URL: <https://energydigital.com/smart-energy/worlds-largest-flywheel-energy-storage-system>(дата обращения:10.10.2023)

ВИЗУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Иксанова Э.Р.¹, Козлов В.К.², Валиуллина Д.М.³, Валиуллин С.Р.⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹elviraiksanova@list.ru, ²kozlov_vk@bk.ru, ³valiullinadiliya@mail.ru, ⁴save1313@mail.ru

В трансформаторе используются различные типы изоляционных материалов, в том числе трансформаторное масло. Чтобы снизить процент отказов трансформатора, необходимо поддерживать чистоту масла. В данной статье в процессе цветовых измерений определяются 3 числа по цветовой системе RGB, проводится анализ составляющих погрешности измерений координат цветности двумя способами.

Ключевые слова: трансформаторное масло, визуальный способ, координаты цветности, отклонение.

Трансформатор играет жизненно важную роль в энергосистеме. Трансформаторное масло играет двойную роль, а именно охлаждает и изолирует. Чтобы следить за состоянием трансформатора, нет необходимости контролировать весь трансформатор целиком. Состояние трансформатора может определяться состоянием изоляции[1].

Из-за непрерывной эксплуатации трансформаторное масло подвергается различным воздействиям, таким как механические, электрические и термические нагрузки. При старении масла физические, химические и электрические свойства перестраиваются. Из-за старения масла изменяется не только диэлектрическая прочность, но и кислотность, межфазное натяжение и т.д.[2, 3, 4].

Рассмотрим анализ масла визуальным способом. Для этого в первую очередь необходимо определить координаты цветности с наименьшей погрешностью. Координаты цвета масла определяются в соответствии колориметрической системой – CIERGB. Для этого исследования была собрана установка, состоящая из кюветы с маслом, через которую пропускался узконаправленный пучок света 4-х цветов (зеленый, красный, фиолетовый, белый).

Далее происходит правильное фотографирование 15 различных образцов трансформаторных масел при пропускании через них света. Фотофиксацию проб масел осуществляли четверо независимых участников эксперимента на свои собственные телефонные камеры разных марок и качества. Определение цвета осуществляется визуально, это приводит к погрешности определения

цвета, обусловленной субъективностью восприятия цвета разными людьми. Поэтому проводим обработку результатов измерений в два этапа.

На первом этапе каждый из участников исследования сам по своим фотографиям определял цветовые характеристики образцов масел в трех местах: начале, середине и на экране. Масштаб точек, их расположение, программу определения RGB характеристик участник выбирал произвольно. Далее все участники обменялись своими результатами для нахождения средних значений, вычислений дисперсии и погрешности. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Освещение зеленым светом (на экране)

Среднее арифметическое значение			цвет	Дисперсия			Среднее квадратическое отклонение		
R	G	B		RGB	R	G	B	R	G
50,00	232,50	86,25		162,00	389,67	688,92	12,73	19,74	26,25
29,25	228,25	57,00		869,58	492,92	240,67	29,49	22,20	15,51
67,25	227,50	81,75		1 258,92	475,00	734,25	35,48	21,79	27,10
30,75	229,00	51,00		458,25	172,67	578,00	21,41	13,14	24,04
41,50	218,00	47,25		916,33	706,00	1 037,58	30,27	26,57	32,21
62,50	231,75	56,75		2 225,67	528,92	1 794,25	47,18	23,00	42,36
43,00	231,50	69,00		422,00	289,67	1 278,00	20,54	17,02	35,75
42,75	229,25	51,75		1 451,58	528,25	2 043,58	38,10	22,98	45,21
51,25	239,00	76,50		1 077,58	285,33	2 479,00	32,83	16,89	49,79
53,00	241,75	87,50		122,00	487,58	3 657,67	11,05	22,08	60,48
59,75	243,50	81,00		454,92	214,33	2 596,67	21,33	14,64	50,96
49,50	226,25	67,75		1 164,33	186,25	1 918,25	34,12	13,65	43,80
33,25	218,25	45,50		1 148,25	286,25	1 399,00	33,89	16,92	37,40
50,75	224,50	69,00		3 345,58	358,33	3 366,67	57,84	18,93	58,02
48,00	237,75	87,75		1 128,00	312,92	4 472,92	33,59	17,69	66,88

На втором этапе один человек определял цветовые характеристики по всем фотографиям. Затем были произведены расчёты. Результаты приведены в таблице 2.

Таким образом, при проведении исследования в два этапа, получаются приблизительно похожие результаты. Но во втором случае значения получаются с меньшей погрешностью. Это может быть связано с выбором месторасположения точек, в которых определялись координаты цветности.

Освещение зеленым светом (на экране)

Среднее арифметическое значение			цвет	Дисперсия			Среднее квадратическое отклонение		
R	G	B	RGB	R	G	B	R	G	B
48,00	238,50	110,50		1 068,67	395,00	1 757,67	32,69	19,87	41,92
56,25	222,00	87,75		1 347,58	354,67	1 568,92	36,71	18,83	39,61
23,25	220,75	51,00		412,92	420,92	1 548,67	20,32	20,52	39,35
35,25	234,25	71,25		428,92	352,92	231,58	20,71	18,79	15,22
29,50	214,50	42,25		448,33	592,33	794,92	21,17	24,34	28,19
35,25	226,75	48,25		433,58	487,58	151,58	20,82	22,08	12,31
39,25	236,50	67,25		695,58	321,00	1 489,58	26,37	17,92	38,60
29,25	209,75	47,25		497,58	1 991,58	273,58	22,31	44,63	16,54
22,50	214,50	44,50		915,67	581,67	1 035,67	30,26	24,12	32,18
29,00	223,50	59,00		683,33	464,33	436,67	26,14	21,55	20,90
27,50	233,00	60,00		542,33	238,67	1 442,00	23,29	15,45	37,97
34,00	230,50	69,25		300,67	129,00	1 078,92	17,34	11,36	32,85
33,75	221,75	76,00		317,58	578,92	1 415,33	17,82	24,06	37,62
28,25	226,00	48,00		499,58	1 011,33	192,67	22,35	31,80	13,88
26,00	234,25	96,25		380,67	694,25	1 367,58	19,51	26,35	36,98

Источники

1. Sai R. S., Rafi J., Farook S., Kumar N. M. G., Parthasarathy M., Bakkiyaraj R. A. Degradation studies of electrical, physical and chemical properties of aged transformer oil // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2020. Т. 1706. №. 1. С. 012056.

2. Валиуллина Д.М., Гиниатуллин Р.А., Ильясова Ю.К. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. № 3-1(71). С. 33-37

3. Козлов В. К., Валиуллина Д.М., Куракина О.Е. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла // Проблемы региональной энергетики. 2021. № 2(50). С. 25-34.

4. Определение значений Тангенс угла диэлектрических потерь трансформаторных масел разной степени деградации в процессе влияния адсорбционной очистки / А.Р. Шарипова, О.В. Воркунов, М.Ш. Гарифуллин, Ю.Н. Слободин // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы III Международной научно-практической конференции, Казань, 19 апреля 2023 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 271-276.

5. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 27–28 октября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь; Министерство науки и высшего образования РФ; Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ БПЛА

Калентьева Н.Е.¹, Мухаметжанов Р.Н.², Каминский С.О.³, Губарев Н.⁴

^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹nataliakalenteva@yandex.ru, ²ruustem@yandex.ru, ³wolf19980202@gmail.com,

⁴Nikita20143@mail.ru

В тезисе приведен сравнительный анализ систем обнаружения препятствий с БПЛА, их использование для оценки работоспособности электрических сетей, а также вопросы безопасности при работе этими аппаратами.

Ключевые слова: обнаружение препятствий БПЛА, ЛЭП, обследование ЛЭП

Применение БПЛА (беспилотных летательных аппаратов), в частности дронов, в электроэнергетике на сегодняшний день становится одним из приоритетных направлений в эксплуатации и ремонте электроэнергетических систем[1].

Основное применение дроны получили в диагностике протяженных линий электропередач. Однако главной проблемой, препятствующей к полной автоматизации процессов диагностики ЛЭП, является навигация в пространстве и автономное построение маршрута с учетом препятствий.

Сегодня для решения данных задач имеется ряд решений:

1. Ультразвуковой датчик. Эта система использует звуковые волны для обнаружения объектов на пути беспилотника. Звуковые волны излучаются дроном и отражаются от любых объектов на пути, позволяя дрону обнаруживать их и избегать. Отсюда дрон может рассчитать расстояние между собой и объектом, а также его размер и форму. Преимущества – низкая стоимость и простота установки[2].

2. Инфракрасный датчик. Использует принцип инфракрасного отражения, состоит из инфракрасного приемника, передатчика и потенциометра, инфракрасный луч становится слабее в зависимости от расстояния, на которое он распространяется, и, в конце концов исчезает. Это происходит, когда нет препятствий, но если луч натывается на преграду, то возвращается обратно к приемнику[3].

Сравнение типов датчиков

Тип датчика	Ультразвуковой датчик	Инфракрасный датчик
Принцип	Звуковые волны	Инфракрасный свет
Диапазон	Длинное	Короткое
точность	Высокая	Умеренная
Цена	Выше	Ниже
Факторы окружающей среды	Влияние температуры и влажности	Под влиянием окружающего света
Где используется	Измерение расстояния, обнаружение объектов, робототехника	Датчики приближения, обнаружения движения, системы безопасности

1. Лидарная система. Лидар — это новая технология, которая работает, излучая лазерный свет и измеряя время, необходимое для того, чтобы свет отразился от близлежащих объектов. Это позволяет дрону создавать трехмерное изображение своего окружения и точно обнаруживать препятствия на своем пути.

2. Система компьютерного зрения. Эта система использует камеры и алгоритмы обработки изображений для обнаружения объектов на пути беспилотника. Камеры установлены на дроне и делают снимки окружающей среды, которые затем обрабатываются алгоритмами для обнаружения любых объектов на пути.

Системы обнаружения препятствий используют комбинацию датчиков и алгоритмов для обнаружения препятствий и их обхода. Алгоритмы, используемые в системах обнаружения препятствий, предназначены для анализа данных с датчиков и определения наилучшего курса действий для дрона. Эти алгоритмы обычно основаны на искусственном интеллекте и методах машинного обучения. Они предназначены для распознавания закономерностей в данных и принятия решений на основе этих закономерностей. В дополнение к датчикам и алгоритмам, системы обнаружения препятствий также используют множество других компонентов. К ним относятся навигационные системы, системы связи и системы управления. Навигационные системы используются для направления дрона к месту назначения, в то время как системы связи используются для отправки и получения данных с дрона. Системы управления используются для управления перемещениями дрона и обеспечения того, чтобы он следовал инструкциям, выдаваемым системой обнаружения препятствий.

Большинство уже существующих систем учат дроны сначала распознавать препятствия, а затем избегать их с помощью систем компьютерного зрения. Такой подход, однако, может существенно снизить

скорость перемещения летательного аппарата: оценка местности требует дополнительного — пусть и сравнительно небольшого времени[4].

Данный подход основан на том, что положение дрона в пространстве не определено для него самого в любой момент времени: дрону не требуется, например, распознавать окружающие его объекты и ориентироваться на их положение для оценки собственного. Использование такой неопределенности позволяет обойтись без трудоемкого сбора данных для обучения и использования множества сенсоров на борту беспилотника во время полета.

Дрон, однако, необходимо оснастить специальными камерами глубины. С помощью них автопилот анализирует окружающее пространство и планирует действия на основе того, что видел ранее.

В начале полета точка перемещения находится в поле зрения дрона; для того, чтобы переместиться далее (в еще недоступную поля зрения точку), дрон анализирует доступные ему до этого снимки местности до тех пор, пока не обнаружит нужную — свободную от препятствий — точку перемещения (рис. 1).

Обследование ЛЭП с помощью БПЛА:

Плановая диагностика: облеты воздушных линий, съемка на малых и средних высотах, инспекция ВЛ и охранной зоны, выявление дефектов и нарушений, определение пространственных (3d) нарушений габаритов просеки и проводов.

Аварийно-восстановительные работы: облёт ВЛ на средних высотах при любых метеоусловиях, ночью с фотовспышкой или тепловизором, картография: создание цифровых топографических и кадастровых планов, 3d моделей местности и ЛЭП, сопровождение строительных работ и реконструкции ВЛ.

Сначала дрон в автоматическом режиме делает аэрофотосъемку воздушных ЛЭП и охранных зон. Потом снимки с координатами мест съемки и данными автопилота загружают в программное обеспечение. Программа выдает ортофотоплан. Готовый ортофотоплан заливается в геоинформационную систему, а в ней происходит анализ полученных данных.

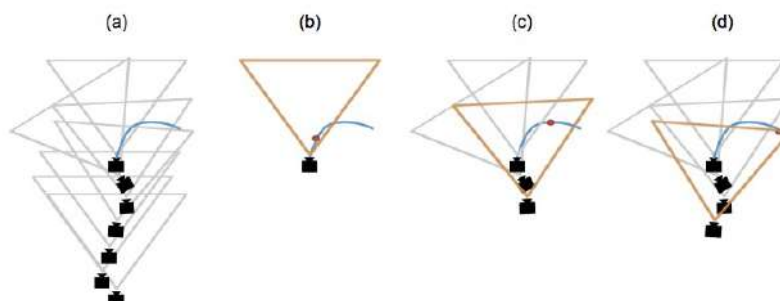


Рис. 1. Схема работы системы навигации. Синим выделена траектория движения дрона: (a) снимки глубины, сделанные во время перемещения; (b) оценка точки для перемещения на основе первого снимка глубины; (c-d) анализ предыдущих снимков для поиска нужной точки перемещения

Съемка ведется не только на цифровые камеры. Дрон можно оснастить и другой измерительной аппаратурой, которая:

- создает видеоизображение в режиме реального времени;
- делает снимки в инфракрасном (ИК) и ультрафиолетовом (УФ) диапазонах;
- фиксирует облака точек лазерных отражений.

Этапы обследования и обработки данных:

1. дрон снимает воздушные линии электропередачи;
2. снимки с координатами и телеметрическими данными автопилота загружаются в программное обеспечение для привязки к местности;
3. изображения ортотрансформируются и «сшиваются»;
4. изображения загружаются в ГИС, где происходит анализ полученных данных.

С учетом большого числа задач, которые могут решаться с помощью БПЛА необходим системный подход к комплектации летательных средств. Также необходимо обеспечивать безопасность как самого БПЛА, так и объектов, которые он обследует, так и объектов, которые могут находиться в зоне его полета.

Источники

1. Ошати́нский, А. В. Применение БПЛА при диагностике линий электропередач / А. В. Ошати́нский, Б. Р. Яхутль, У. С. Волкова // Исследование путей совершенствования научно-технического потенциала общества: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 27 мая 2022 года. Том Часть 1. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2022. – С. 44-46.

2. Wilson A. N. et al. Embedded sensors, communication technologies, computing platforms and machine learning for UAVs: A review //IEEE Sensors Journal. – 2021. – Т. 22. – №. 3. – С. 1807-1826.

3. Jiang C. et al. Object detection from UAV thermal infrared images and videos using YOLO models //International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. – 2022. – Т. 112. – С. 102912.

4. Смирнов К. Д. Разработка системы обнаружения препятствий и формирования траектории отклонения на базе сигнала изображения фронтальной видеокамеры БПЛА //REDS: Телекоммуникационные устройства и системы. – 2020. – Т. 10. – №. 2. – С. 40-48.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ В СЕТЯХ С MICROGRID

Каминский С.О.¹, Мухаметжанов Р.Н.², Губарев Н.³

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹wolf19980202@gmail.com, ²ruustem@yandex.ru, ³Nikita20143@mail.ru

В тезисе приведены вопросы надежности работы сетей Microgrid, а именно их цифровой части, в современных энергетических системах. Предложена необходимость комплексной оценки надежности, безопасности и живучести силовой части систем электроснабжения и цифровых частей систем.

Ключевые слова: сети Microgrid, надежность и безопасность систем, цифровые части систем, киберугрозы, зависимые отказы.

Сети MicroGrid стали важным направлением в энергетическом развитии, предложив повышенную надежность и эффективность, а также возможность частным компаниям самим формировать структуру своего электроснабжения, тем самым улучшая ценообразование энергоснабжения. С появлением микросетей (Microgrid) в электроэнергетической отрасли возникла необходимость в разработке новых подходов к обеспечению их надежности и безопасности. Эти децентрализованные системы могут работать автономно или взаимодействовать с основной электросетью, что создает дополнительные риски и вызовы[1].

Тем не менее, их эффективность зависит от надежных мер защиты, включая конфиденциальность и безопасность данных, а также устойчивость к киберугрозам. Это подчеркивает важность защитных мер в успешной интеграции сетей MicroGrid в современные энергетические системы и подчеркивает необходимость постоянных исследований и инноваций для обеспечения их живучести и долгосрочной жизнеспособности[2, 3].

1. Конфиденциальность и безопасность данных.

Поскольку сети MicroGrid генерируют большие объемы данных, защита конфиденциальности данных становится первостепенной. Обеспечение конфиденциальности данных важно для поддержания целостности и надежности системы. Для обеспечения конфиденциальности данных и защиты от кибератак в сетях MicroGrid реализовывают следующие меры:

а). Шифрование: шифрование данных во время передачи и в режиме ожидания предотвращает несанкционированный доступ и обеспечивает конфиденциальность конфиденциальной информации.

b). Контроль доступа: Внедрение строгих мер контроля доступа, включая многофакторную аутентификацию, ограничивает доступ только авторизованным персоналом.

c). Сегментация сети: разделение сети на более мелкие сегменты с помощью брандмауэров предотвращает несанкционированный доступ между сегментами.

d). Регулярные обновления и исправления: для устранения известных уязвимостей важно поддерживать системы в актуальном состоянии с помощью обновлений и исправлений систем MicroGrid.

e). Мониторинг и протоколирование: Регулярный мониторинг подозрительной активности и всестороннее протоколирование сетевой активности помогают в выявлении уязвимостей.

Реализация этих мер повышает конфиденциальность данных и защищает сеть MicroGrid от киберугроз, сохраняя ее целостность и надежность [4].

2.Повышение устойчивости к кибератакам.

Для повышения устойчивости сети MicroGrid к киберугрозам реализовывают следующие меры:

a) Оценка рисков: проведение тщательной оценки рисков выявляет потенциальные уязвимости и угрозы, способствуя разработке эффективных стратегий предотвращения и смягчения последствий.

b) Протоколы безопасности: внедрение надежных протоколов безопасности, включая шифрование данных, брандмауэры и системы обнаружения вторжений, укрепляет сетевую защиту.

c) Обучение сотрудников: повышение осведомленности сотрудников о кибербезопасности с помощью учебных программ снижает вероятность успешных кибератак.

d) План аварийного восстановления: поддержание резервного источника питания и план аварийного восстановления обеспечивают бесперебойную работу в условиях кибератаки, сокращая время простоя.

Комплексный подход, включающий оценку рисков, протоколы безопасности, обучение и системы резервного копирования, все это имеет важное значение для повышения устойчивости сети MicroGrid к киберугрозам, обеспечения надежной работы и минимизации последствий атак [5, 6].

Бесшовная интеграция сетей MicroGrid в современные энергетические системы обеспечивает множество преимуществ, таких как повышенная энергоэффективность, улучшенное ценообразование, более экологичный подход. Но для оценки надежности и живучести совместной работы микросетей и энергетических систем необходимо разработать комплексный подход.

Для оценки надежности систем электроснабжения энергосетевых компаний обычно применяют определение значений сработанного ресурса

силового электрооборудования, используют расчеты надежности схем электрического питания потребителей.

Одним из методов оценки и повышения надежности и живучести электроэнергетических систем и микросетей является учет зависимых отказов, т.е. отказов одних элементов, вызванных отказами других элементов.

В общем случае задача совместного определения показателей надежности работы электроэнергетических систем и микросетей в настоящее время не решена. Необходимо разработать математический аппарат расчета надежности с учетом совместной работы этих систем, осуществлять сбор статистических данных как силового оборудования, так и работы цифровых сетей. Это позволит с большей степенью точности оценивать показатели надежности совместной работы этих систем, живучести и безопасности.

Расчеты надежности совместной работы необходимо проводить, в том числе, для правильного заключения договоров на электроснабжение. Успех этой интеграции зависит от внедрения надежных защитных мер.

Источники

1. Трусов, А. В. Обзор трендов информационно-коммуникационных технологий цифровой трансформации в топливно-энергетическом комплексе за рубежом / А. В. Трусов, В. А. Трусов, А. В. Назарова // Информационные ресурсы России. – 2019. – № 5(171). – С. 2-6.

2. Beheshtaein, S., Cuzner, R. M., Forouzesh, M., Savaghebi, M., & Guerrero, J. M. (2019). _DC Microgrid Protection: A Comprehensive Review. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 1–1.

3. Шарафутдинов, Р. Г. Обучение основам программирования логического реле ONI PLR-s / Р.Г. Шарафутдинов, А.М. Валиев, О.В. Воркунов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 319-323.

4. Ю. Ян, Б. Дуань и С. Сяо, «Исследование информационной безопасности энергетических транзакций в сети микросетей блокчейн», _Азиатско-Тихоокеанская конференция по энергетике и энергетике IEEE PES (APPEEC), 2019 г._, Макао, Китай, 2019 г., стр. 1- 5, номер документа: 10.1109/APPEEC45492.2019.8994611

5. Гвоздев Д. Б., Архангельский О. Д. Повышение информационной безопасности автоматизированных систем диспетчерского управления в

электроэнергетических системах //Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. – 2019. – №. 3. – С. 27-36.

6. Борисов Р. В. Разработка автоматического управления резервирования питания системы собственных нужд подстанции 500кВ. Диссертация Сибирский федеральный университет, 2022.

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ СЕТЕЙ MICROGRID В СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Каминский С.О.¹, Мухаметжанов Р.Н.², Губарев Н.³

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹wolf19980202@gmail.com, ²ruustem@yandex.ru, ³Nikita20143@mail.ru

В тезисе приведены выявленные проблемы интеграции сетей Microgrid в современные энергетические системы и пути их решений. Часть этих проблем коррелируют и с вопросами информационной безопасности на цифровых подстанциях.

Ключевые слова: сети Microgrid, современные энергетические системы, цифровые подстанции, стандартизированные протоколы связи, кибербезопасность, технологий SmartGrid.

Интеграция сетей MicroGrid в современные энергетические системы открывает многообещающие возможности для повышения энергоэффективности, надежности и устойчивости. Однако достижение успешной интеграции требует решения множества проблем и обеспечения совместимости в различных областях. В данной работе представлены проблемы, связанные с интеграцией сетей MicroGrid в современные энергетические системы.

1. Стандартизированные протоколы связи: Одной из фундаментальных проблем при интеграции сетей MicroGrid является обеспечение бесперебойной связи между различными устройствами, системами и операторами. Принятие стандартизированных протоколов связи, таких как Modbus, DNP3 и IEC 61850, имеет решающее значение для содействия эффективному обмену информацией и управляющими сигналами между компонентами микросети. Для обеспечения совместимости необходимо повсеместное внедрение этих протоколов в отрасли, обеспечивающее бесперебойную связь и координацию между компонентами микросети и основной энергосистемой[1].

2. Обмен данными и интероперабельность: Эффективная интероперабельность зависит от способности обмениваться и понимать множество данных, генерируемых сетями MicroGrid, охватывающих производство, потребление и хранение энергии. Стандартизированные форматы данных и эффективные механизмы обмена данными необходимы для достижения бесшовной интеграции. Разработка и внедрение стандартизированных форматов данных и механизмов обмена,

способствующих совместимости данных и повышению доступности информации, генерируемой сетями MicroGrid, для различных систем и заинтересованных сторон.

3. Подключение и отключение к сети: сети MicroGrid должны беспрепятственно подключаться и отключаться от основной электросети, соблюдая установленные правила. Совместимость необходима для обеспечения синхронизации, управления потоками энергии и стабильности сети во время интеграции. Для решения этой проблемы важно разработать комплексные протоколы, регулирующие процессы включения и отключения сети MicroGrid. Эти протоколы должны уделять приоритетное внимание совместимости и безопасности при интеграции сетей MicroGrid в более крупную энергетическую систему.

4. Кибербезопасность: Безопасность сети MicroGrid имеет первостепенное значение для гарантии ее надежности и функциональности. Для достижения этого совместимость должна включать надежные меры кибербезопасности, которые защищают от несанкционированного доступа, предотвращают утечки данных и снижают риск вредоносных атак. Такие меры жизненно важны для сохранения целостности и надежности работы не только всей системы MicroGrid, но и электроэнергетической системы, в том числе и на цифровых подстанциях[2]. Для эффективного решения этих проблем кибербезопасности крайне важно внедрение передовых протоколов кибербезопасности. Кроме того, крайне важно сохранять бдительность и регулярно обновлять эти протоколы для противодействия возникающим и эволюционирующим угрозам. Этот упреждающий подход обеспечивает устойчивость сетей MicroGrid и повышает их способность противостоять вызовам, создаваемым угрозами кибербезопасности.

5. Совместимость устройств и систем: Сети MicroGrid часто представляют собой сочетание технологий SmartGrid от различных производителей, каждая со своими уникальными спецификациями и требованиями. Достижение совместимости важно для создания среды, в которой эти разнообразные устройства и системы могут беспрепятственно взаимодействовать, независимо от бренда или технологии. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать и принимать унифицированные отраслевые стандарты, которые активно способствуют совместимости устройств и систем. Таким образом, устранятся барьеры интеграции и это будет способствовать более плавному и эффективному процессу интеграции при минимизации проблем совместимости.

6. Масштабируемость: Масштабируемость сетей MicroGrid становится все более важной по мере того, как они развиваются и расширяются для удовлетворения динамических потребностей современных систем в энергии.

Необходимо принять меры по обеспечению совместимости для обеспечения бесперебойного процесса интеграции новых компонентов, позволяющего сетям MicroGrid эффективно адаптироваться и масштабироваться. Для обеспечения необходимой масштабируемости важно разрабатывать гибкие и масштабируемые архитектуры микросетей. Эти архитектуры должны быть способны с легкостью приспособивать новые компоненты, обеспечивая необходимую основу для структурированного и эффективного роста сети по мере изменения требований к энергопотреблению.

7. Координация заинтересованных сторон: Эффективная координация между заинтересованными сторонами, включая электроэнергетические компании, операторов сетей MicroGrid и конечных пользователей, имеет важное значение для оптимизации сетей MicroGrid, особенно в программах "запрос-ответ" и сценариях управления нагрузкой [3,4].

Для содействия эффективной координации действий заинтересованных сторон крайне важно создание надежных каналов связи и платформ обмена данными. Эти платформы позволяют заинтересованным сторонам эффективно сотрудничать, обеспечивая эффективную эксплуатацию сетей MicroGrid и управление ими. Этот подход особенно важен в сценариях, где связь в реальном времени и обмен данными являются основополагающими для оптимизации сети.

Интеграция сетей микросетей в современные энергетические системы дает значительные преимущества энергетическим системам, особенно в северных регионах, но она также создает многогранные проблемы, которые необходимо решать. Достижение совместимости в области коммуникаций, обмена данными, кибербезопасности, подключения к сети, совместимости устройств, масштабируемости и координации действий заинтересованных сторон имеет важное значение для раскрытия всего потенциала сетей MicroGrid, в повышении энергоэффективности, надежности и устойчивости работы всей энергетической системы в современном энергетическом ландшафте. Только благодаря тщательному планированию и сотрудничеству эти проблемы могут быть преодолены, и это обеспечит путь к более устойчивому и эффективному энергетическому будущему.

Источники

1. Вопросы информационной безопасности современных систем РЗА [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2013/12/16/voprosy-informacionnoj-bezopasnosti-sovremennykh-sistem-rza/> (дата обращения: 29.09.2023).

2. Should we be concerned about the cybersecurity of modern digital substations? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://electrical-engineering-portal.com/cybersecurity-indispensable-part-digital-substations> (дата обращения: 29.09.2023).

3. А.Б. Осак, Д.А. Панасецкий, Е.Я. Бузина. Аспекты надежности и безопасности при проектировании цифровых подстанций. Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем. 2013, Екатеринбург, с. 1-5.

4. Вопросы информационной безопасности современных систем РЗА [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/10/17/kak-minimizirovat-posledstviya-proniknoveniya-v-asu-tp-podstantsii/> (дата обращения: 29.09.2023).

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Картузов П.Н.¹, Валиуллина Д.М.², Валиуллин С.Р.³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹pavel.kartuzov.02@mail.ru, ²valiullinadiliya@mail.ru, ³save1313@mail.ru

В тезисе рассматриваются современные варианты повышения эффективности систем передачи электрической энергии, разобраны пути снижения технических потерь электроэнергии в сетях. Разобраны дальнейшие пути развития систем передачи электроэнергии.

Ключевые слова: передача электроэнергии, потери электрической энергии, смарт-сети, хранение энергии, суперпроводники.

Электрическая энергия играет ключевую роль в современной жизни, обеспечивая питание электрическим устройствам, промышленным предприятиям и домашним электрическим приборам.

Эффективность передачи электрической энергии – это ключевой аспект современных энергетических систем. В мире, где электроэнергия играет важную роль в нашей повседневной жизни и производстве, повышение эффективности становится важнейшей задачей.

Современные способы повышения эффективности при передаче электрической энергии охватывают широкий спектр технологических решений и инноваций[1-3].

Высоковольтные линии электропередач. Один из наиболее эффективных способов передачи электроэнергии на дальние расстояния - это использование высоковольтных линий электропередач. Поскольку потери мощности обратно пропорциональны квадрату передаваемого напряжения, высокое напряжение позволяет уменьшить потери энергии, которые возникают в процессе передачи. Такие системы используют трансформаторы для повышения напряжения на стороне источника и последующего снижения на стороне потребителя.

Смарт-сети. С развитием технологий смарт-сетей стало возможным более точное управление энергосистемой. Смарт-сети используют сенсоры и алгоритмы для мониторинга и оптимизации энергопотребления, что позволяет собирать информацию о потреблении, перетоках электроэнергии и мощности, оптимизировать распределение энергии в реальном времени, что способствует снижению потерь.

Хранение энергии. Внедрение систем хранения энергии, таких как аккумуляторы и технологии на основе молекулярных батарей, позволяют более эффективно управлять временными перепадами потребления и производства энергии. Такие системы помогают сглаживать временные перепады в потреблении и производстве энергии. Это повышает устойчивость сетей и увеличивает их эффективность.

Использование альтернативных источников энергии, распределенной генерации. Переход к альтернативным источникам энергии, таким как солнечная и ветровая энергия, может снизить потребление электроэнергии из традиционных источников, что в свою очередь улучшит эффективность всей энергетической системы. Использование солнечных панелей и ветрогенераторов приближает производство энергии к местам потребления, снижая потери на транспортировке. В случае размещения (распределения) источников в непосредственной близости к крупным потребителям, снижаются потери при транспортировке, снижается загрузка транзитных ЛЭП, при этом усложняются процессы диспетчеризации из-за увеличения количества объектов управления.

Использование эффективных технологий. Разработка и использование проводников и изоляционных материалов с высокой эффективностью становятся более актуальными. Модернизация технологий изготовления материалов помогают снизить потери энергии, вызванные сопротивлением материалов.

Оптимизация сетевой инфраструктуры. Модернизация и улучшение сетевой инфраструктуры, включая замену старых оборудования на более эффективные и современные устройства, помогает уменьшить потери энергии. При этом максимальный эффект наблюдается в части значительного снижения затрат на обслуживание и ремонты нового оборудования.

Оптимизация режимов передачи электрической энергии. Комплексной задачей оптимизации режимов передачи электрической энергии является обеспечение более выгодного распределения активной и реактивной мощности в системе, приводящего к минимуму потерь при передаче электроэнергии. Это достигается более выгодным и рациональным использованием ресурса подстанций и линий электропередач[4].

Суперпроводники. Суперпроводник – материал, обладающий строго нулевым сопротивлением и способный проводить через себя ток без потерь. Использование суперпроводников уменьшает общие потери электрической энергии при ее передаче. Хотя это направление все еще находится на стадии исследования, оно обещает революционизировать передачу электрической энергии [5, 6].

Таким образом современные способы повышения эффективности при передаче электрической энергии помогают не только увеличить эффективность передачи электрической энергии, но и содействуют увеличению устойчивости энергетических систем, а также экономии ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Дальнейшие исследования и инновации в этой области будут играть важную роль в обеспечении стабильного и устойчивого энергетического будущего.

Источники

1. Короткевич М. А. Совершенствование эксплуатации электрических сетей. Минск: ЗАО «Техноперспектива», 2003. 372 с.
2. Поспелов Г. Е. Передача энергии и электропередачи / Г. Е. Поспелов, В. Т. Федин. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2003. 544 с.
3. Наумов О. В., Давыдова К. А. Уменьшение потерь электроэнергии в распределительных сетях путем обнаружения изношенных участков ЛЭП с помощью БЛА // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. М.: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", 2022. – С. 112-116.
4. Тухфетуллоев И. Р. Оптимизация режимов работы электрических сетей среднего напряжения / И.Р. Тухфетуллоев, О.В. Воркунов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы III Международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 240-246.
5. Овчаренко Т. И., Васюченко П. В., Кирисов И. Г. Анализ существующих систем электроснабжения предприятий как фактор повышения их эффективности // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2012. – № 7. – С. 17–22.
6. Соснина Е. Н., Филатов Д. А. Применение возобновляемых источников энергии для повышения эффективности электроснабжения сельскохозяйственных предприятий // Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. Нижний Новгород, 2015.
7. Петров, Н. С. Потери электроэнергии в распределительных сетях / Н. С. Петров, О. В. Наумов // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов : Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, Москва, 11 июля 2022 года / Редколлегия: Л.К. Гуриева [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 106-113.

ДИАГНОСТИКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЕМ 110 КВ

Леушин А.О.¹, Маклецов А.М.²
^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
¹albertl7@mail.ru, ²mac.am@mail.ru

В данной статье рассмотрены вопросы обеспечения надежности силовых трансформаторов методы их диагностики и непрерывного мониторинга на подстанциях напряжением 110/10 кВ.

Ключевые слова: диагностика, надежность, анализ, режим, повреждение.

Надежность энергосистемы во многом зависит от надежности силовых трансформаторов. Согласно статистическим данным более половины трансформаторного парка находится в эксплуатации более 25-30 лет и продолжение эксплуатации после предполагаемого расчетного срока службы является общемировой тенденцией [1].

Для продления срока службы силовых трансформаторов необходимо использовать системы мониторинга. В последнее время внедряются системы онлайн мониторинга, устанавливаемые на сам трансформатор.

Основными задачами диагностики трансформаторного оборудования являются выявление дефектов и повреждений, оценка функциональной исправности оборудования, определение возможности продления срока эксплуатации без проведения ремонтных работ, определение объема ремонта при его необходимости, оценка остаточного срока службы, а также выработка рекомендаций по продлению срока службы.

Для диагностики силовых трансформаторов напряжением 110 кВ обычно применяют следующие методы:

1. Измерение параметров: проводятся измерения основных параметров трансформатора, таких как сопротивление обмоток, коэффициенты трансформации, реактивное сопротивление и т.д.

2. Испытание изоляции: проверяется состояние изоляции трансформатора с помощью измерения сопротивления изоляции и приборного напряжения.

3. Обнаружение дефектов: применяются методы, такие как дефектоскопия, инфракрасная термография, акустическая диагностика и другие, для обнаружения возможных дефектов в трансформаторе.

Программное обеспечение для используемых измерительных средств осуществляет анализ полученных результатов, обработку полученных результатов и оформление документов.

Техническое состояние силовых трансформаторов определяется на основании результатов нескольких видов диагностики:

- а) контроля уровня электроразрядной активности;
- б) тепловизионного контроля;
- в) контроля параметров трансформаторного масла;
- г) анализа гармонических составляющих значений напряжения.

Выполняется обследование активной части трансформатора, устройства РПН, высоковольтных вводов и систем охлаждения[2].

Неисправности силовых трансформаторов обычно группируют по следующим категориям [3]:

- а) деградация диэлектрического материала;
- б) нарушение температурного режима;
- в) механические факторы и внешние причины.

Деградация диэлектрического материала в силовых трансформаторах может привести к ухудшению их производительности, повышению риска аварийных ситуаций и снижению срока службы, она происходит по следующим причинам: термическое старение (высокая температура может вызывать старение диэлектрического материала, что приводит к его разрушению и ухудшению изоляционных свойств), электрический стресс (постоянные электрические нагрузки и перенапряжения в электрическом поле вызывают повреждение диэлектрического материала), влажность (присутствие влаги внутри трансформатора приводит к понижению изоляционных свойств диэлектрического материала), механические напряжения (механические напряжения, вызванные вибрацией, тепловыми циклами или другими факторами, приводят к ухудшению изоляции силового трансформатора).

Нарушение температурного режима в силовых трансформаторах может приводить к повреждению трансформатора и снижению его производительности, такие как: перегрузка (превышение номинальной нагрузки трансформатора может вызывать повышение температуры его обмоток и изоляционных материалов, недостаток охлаждения (неправильное функционирование системы охлаждения или недостаточное количество масла может привести к повышению температуры трансформатора), повреждение изоляции (повреждение изоляции может привести к утечкам тепла и повышенной температуре).

Для предотвращения нарушения температурного режима рекомендуется регулярно контролировать и поддерживать правильную нагрузку, обеспечивать

надлежащую работу системы охлаждения и проводить регулярные проверки и обслуживание трансформаторов.

Механические факторы и внешние причины могут приводить к повреждениям в силовых трансформаторах, например вибрация (воздействия вибрации могут вызывать разрушение внутренних компонентов трансформатора и приводить к отказу изоляции, тепловые циклы (повторяющиеся изменения температуры могут привести к термическому растяжению и сжатию материалов трансформатора, что в конечном итоге может вызвать трещины и деформации), механическое напряжение (неправильная установка, транспортировка или монтаж трансформатора может создавать механическое напряжение, которое может привести к повреждению обмоток, ядра или других компонентов), внешние воздействия (неблагоприятные погодные условия, столкновения с другими объектами или другие внешние факторы могут вызвать повреждения корпуса силового трансформатора).

Для предотвращения механических повреждений в силовых трансформаторах рекомендуется правильная установка и монтаж, регулярные инспекции и обслуживание, а также защитные меры, такие как использование амортизирующих материалов или антивибрационных систем.

Таким образом, состояние трансформатора после завершения эксплуатации ремонтно-пригодное, требуется капремонт со сменой обмоток и заменой трансформаторного масла. После ремонта срок службы силового трансформатора напряжением 110 кВ может быть продлен на 15-25 лет [4].

Источники

1. Диагностика силовых трансформаторов напряжением 110кВ // Диагностика силовых трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих реакторов и их вводов URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293724/4293724794.pdf> (дата обращения: 10.10.2023).

2. Гайнанова, Э. Э. Диагностика силовых трансформаторов / Э. Э. Гайнанова // Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация": Сборник статей по материалам конференции. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 52-55.

3. Диагностика силовых трансформаторов напряжением 110кВ // Трансформаторы силовые URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193708> (дата обращения: 12.10.2023).

4. Диагностика силовых трансформаторов напряжением 110 кВ // Диагностика силовых трансформаторов 110кВ, отработавших более 50 лет:

ремонттировать или заменять? URL: <https://test-energy.ru/diagnostika-silovyyh-transformatorov-110kv-otrabotavshih-bolee-50-let/> (дата обращения: 13.10.2023).

5. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гиззатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

5. Воронцов, Г. Н. Анализ конструкционных особенностей трансформаторов типа ДЦ / Г. Н. Воронцов, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 73-77.

6. Хузяшев, Р. Г. Колебания амплитуды сигнала переходного процесса как источник диагностической информации / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики : Материалы 93-его заседания семинара. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. – С. 215-223.

7. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых. Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

8. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин, Ю. К. Ильясова [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3-1(71). – С. 33-37.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Магомедов Ш.М.

ФГБОУ ВО «ДГТУ», г.Махачкала

sm1626003@gmail.com

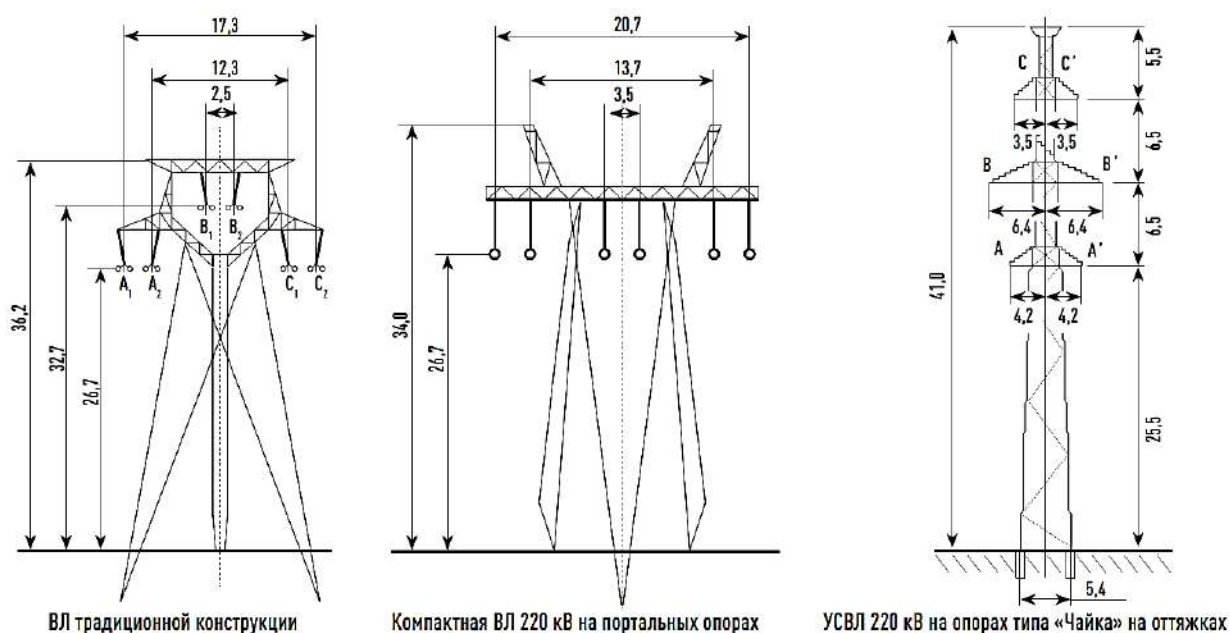
Науч. рук. ст. преп. Середа Н.В.

В тезисе проведен анализ методов повышения пропускной способности линий электропередачи, рассмотрены перспективы применения компактных ВЛ, проведена общая оценка применения новейших средств обеспечения максимально эффективной работы энергосистем типа FACTS, предложены дополнительные средства повышения пропускной способности ВЛ.

Ключевые слова: пропускная способность, компактные линии, управление энергосистемами, устойчивость энергосистемы.

В последнее время во всех странах мира наблюдается резкий рост потребления электроэнергии во всех сферах, следствием этого является необходимость увеличения передаваемых мощностей. Необходимо разрабатывать мероприятия по повышению пропускной способности линий электропередачи, при этом необходимо контролировать устойчивость работы энергосистем. Кроме того, возникает проблема улучшения управления энергосистемами. Частично увеличить величину передаваемых мощностей можно решить за счет повышения пропускной способности существующих линий электропередачи, но это не позволяет решить проблему полностью. Оптимальным вариантом увеличения пропускной способности является строительство компактных ВЛ нового поколения, как одноцепных, так и многоцепных, которые представляют собой целый комплекс технических решений, предусматривающих применение самых современных средств управления и устройств, позволяющих изменять сопротивления элементов электрической сети[1]. Основные отличия современных компактных ВЛ от традиционных: максимально компактная конфигурация за счет минимизации допустимых междуфазных расстояний путем применения новых типов опор, выбор оптимальной линейной изоляции, выбор оптимальной конструкции для расщепленной фазы. Для эффективного управления компактными ВЛ и обеспечения заданной величины пропускной способности и можно присенять любые устройства типа FACTS (Flexible Alternative Current Transmission

Systems), а также технологии Smart grid[2]. Одноцепные и многоцепные компактные ВЛ уже нашли широкое



Вид ВЛ	Традиционной конструкции	Компактная на одноцепных свobodностоящих с проводами опорах	Компактная на порталных опорах	УСВЛ на опорах типа «Чайка» на оттяжках
Угол сдвига фаз, θ°	---	120°	120°	180°
Число проводов в фазе	1	2	2	2578,8
Волновое сопротивление, Ом	206,3	123,7	0,6*	118,9
Натуральная мощность ВЛ, $P_{нат}$, МВт	304,6	509,0	1,67*	529,0
Натуральная мощность на одну цепь $P_{нат}$, МВт	152,3	254,5	1,67*	264,5
$P_{нат}/L_x$, МВт/м	5,77	8,39	1,45*	9,23
$P_{нат}/S_{ал}$, МВт/мм ²	0,176	0,147	0,84*	0,153
Стоимость ВЛ на стальных опорах, тыс. руб./км	2195	2613,6	1,19*	2578,8
Стоимость 1 км ВЛ, тыс. руб./МВт	7,2	5,13	0,71*	4,87

*Относительно традиционной двухцепной ВЛ 220 кВ

Рис. Сравнительные характеристики двухцепных ВЛ 220 кВ различных конструкций[1]

применение на напряжениях 110-500 кВ. их принципиальное отличие – уменьшенное междуфазное расстояние. Применение компактных ВЛ в сочетании с эффективными средствами управления позволяет снизить суммарные потери, повысить эффективность управления, улучшить электрические и технические параметры ВЛ, снизить стоимость передачи единицы мощности и др[3].

Сближение фаз в конструкции компактных ВЛ позволяет усилить электромагнитное поле внутри ВЛ, что приводит к увеличению пропускной способности и улучшению электрических и технических параметров, а также улучшению экологических показателей.

Для поддержания заданных параметров компактных ВЛ необходимо использовать такие устройства FACTS, как фазоповоротные устройства, устанавливая которые наиболее целесообразно в местах присоединения ВЛ к подстанциям. Это позволяет существенно снизить не только капитальные, но и эксплуатационные затраты для энергосистемы в целом[4]. Таким образом, применение компактных ВЛ в сочетании с устройствами FACTS позволяет существенно повысить пропускную способность электрических сетей, при этом снижаются затраты на строительство и на передачу электрической мощности и энергии, повышается эффективность применения устройств управления, сокращаются площади отчуждаемых под строительство ВЛ земельных угодий.

Источники:

1. Компактные управляемые линии электропередачи. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// энергия-единой-сети.рф/ images/3-3/05_Shakaryan-1_3.pdf (дата обращения: 25.09.23).

2. Постолатий, В. М. Компактные управляемые высоковольтные линии электропередачи / В. М. Постолатий // Проблемы региональной энергетики. – 2019. – № S1-3(42). – С. 68-85. – DOI 10.5281/zenodo.3240222. – EDN JLZFN.

3. Рыжов Ю.В. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: Учебник для ВУЗов / Ю. П. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения. П. Рыжов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 488 с.: ил.

4. Александров Г.Г. Н. Передача электрической энергии. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2007. 412 с. (Энергетика в политехническом университете).

5. Проблемы повышения пропускной способности воздушных линий электропередачи. Применение высокотемпературных проводов как средство решения «узких» мест на участках сети энергосистем. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eepir.ru/article/problemy-povysheniya-propusknoy-sposobnosti-vozdushnyh-liniy-elektroperedachi-primeneniye-vysokotemperaturnyh-provodov-kak-sredstvo-resheniya-uzkih-mest-na-uchastkah-seti-energositsem/> (дата обращения: 25.09.23).

НЕСИММЕТРИЧНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 кВ

Макумби Р.¹, Маклецов А.М.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ» Казань, Россия

¹ ronaldmukumbi@gmail.com, ² mac.am@mail.ru

В последние годы энергопотребление в ряде энергосистем превысило промышленное потребление электроэнергии, что привело к нарушению симметрии и уравновешенности систем напряжений и токов. Поэтому задача совершенствования расчета, а также снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях с несимметричными нагрузками является актуальной научно-технической проблемой энергетики.

Ключевые слова: несимметрия, несинусоидальность, сети 0.4 кВ, электроэнергия.

Электрические сети напряжением 0,4 кВ являются важной частью энергетической инфраструктуры, обеспечивающей энергоснабжение потребителей 3 категории. Несимметричные режимы работы электрических сетей характеризуются тем, что при распределении нагрузки по фазам не соблюдается симметрия, т.е. фазы сети имеют не одинаковые значения напряжения или тока. Это может произойти из-за различных причин, таких как неправильное распределение нагрузки, короткое замыкание, сбой в режиме работы оборудования и пр. Стоит отметить, что обеспечить полностью симметричную нагрузку в линиях 0,4 кВ невозможно, однако существуют методы сгладить высокие значения токов и напряжений для несимметричных режимов. Это достигается использованием релейной защиты, автоматических выключателей, устройств компенсации реактивной мощности и пр. В частности, устройства релейной защиты могут реагировать на несимметричные условия и отключать сегменты сети, чтобы предотвратить их дальнейшие повреждения. Технические характеристики оборудования в сетях напряжением 0,4 кВ также важны для обеспечения надежности и устойчивости при несимметричных режимах работы. Рассмотрим подробнее некоторые распространенные причины и характеристики асимметричных режимов работы в сети 0,4 кВ.

Одной из наиболее распространенных причин асимметрии являются несбалансированные нагрузки. Когда нагрузки, подключенные к каждой фазе, распределены неравномерно или имеют разные коэффициенты мощности, это может привести к колебаниям тока и напряжения между фазами. Неисправность на одной фазе, например вследствие токов КЗ может вызвать

значительный дисбаланс тока и привести к нарушениям напряжения. Это явление особенно опасно, когда отключается одна или две фазы, в то время как другие фазы продолжают работать. Это может привести к дисбалансу как тока, так и напряжения, потенциально повреждая электродвигатели и другое оборудование, рассчитанное на трехфазную работу.

Дисбаланс напряжений в трех фазах также может возникнуть из-за проблем в системе распределения электроэнергии, таких как различия в сопротивлении или перепады напряжения на распределительных линиях. Наличие гармонических составляющих в электрической сети может привести к асимметрии напряжения и тока. Нелинейные нагрузки, такие как частотно-регулируемые приводы, компьютеры и электронное оборудование, могут вносить гармонические колебания в электрическую систему. Неправильная последовательность (транспозиция) фаз может привести к асимметрии в сети, что повлияет на работу трехфазных двигателей и оборудования.

Несимметрия может быть продольной, связанной с пофазным отключением линий и трансформаторов, и поперечной, обусловленной несимметрией нагрузок по фазам. Также несимметрия может быть однофазная и многофазная. Как правило многофазную несимметрию рассматривают как совокупность однофазных. Несимметрия междуфазных напряжений вызывается наличием составляющих обратной последовательности, а несимметрия фазных обусловлена наличием составляющих обратной и нулевой последовательности.

Таким образом эффективное управление и регулирование несимметричных режимов является ключевым аспектом обеспечения надежности и стабильности электроснабжения. Модернизация оборудования и постоянный мониторинг сети играют важную роль в минимизации рисков и обеспечении бесперебойного электроснабжения.

Источники

1. Несимметричные режимы в системах электроснабжения. Общая характеристика несимметричных режимов электрических систем // Общая характеристика несимметричных режимов электрических систем URL: <https://studfile.net/preview/6360720/page:15/> (дата обращения: 19.10.2023).

2. Несимметричные режимы в системах электроснабжения. Общая характеристика несимметричных режимов электрических систем // Анализ влияния несимметричных режимов работы на электрооборудование в сельских электрических сетях 0,4 кВ и пути их решения URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vliyaniya-nesimmetrichnyh-rezhimov-raboty-na-elektrooborudovanie-v-selskih-elektricheskikh-setyah-0-4-kv-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 15.10.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИФИЦИРОВАННОГО КОНТРОЛЛЕРА ПОТОКА МОЩНОСТИ ПРИ ДЕМПФИРОВАНИИ КОЛЕБАНИЙ МОЩНОСТИ

Махмудов Т.Ф.

ТашГТУ, г. Ташкент, Узбекистан

tox-05@yandex.com

В тезисе предложено использование одного из устройств гибкой системы передачи переменного тока для гашения колебаний мощности в электроэнергетических системах. Представлена структурная схема регулятора демпфирования мощности и возможность его использования в составе унифицированного контроллера потока мощности.

Ключевые слова: POD регулятор, демпфирование колебаний, системы гибких электропередач, унифицированный контроллер потока мощности.

В современных энергосистемах в плане обеспечения устойчивости, надежности и экономичности устройства гибких систем передачи переменного тока (FACTS- Flexible AC Transmission Systems) играют очень важную роль. Использование FACTS в энергосистемах не только повышает динамические характеристики, но и улучшают управляемость и увеличивают пропускную способность электропередач[1].

В последние годы быстрый прогресс в области силовой электроники открыл новые возможности для энергетической отрасли за счет использования управляемых устройств FACTS, таких как унифицированный контроллер потока мощности (UPFC - Unified Power Flow Controller), которые являются альтернативными средствами демпфирования колебаний в энергосистемах[2]. В настоящее время существуют некоторые проблемы, относящиеся к демпфированию электромеханических колебаний, возникающих в энергосистемах с частотой колебаний в диапазоне от 0,2 Гц до 2 Гц.

UPFC - одно из наиболее перспективных и универсальных устройств, используемых в семействе FACTS. Это электрическое устройство для обеспечения динамической компенсации реактивной мощности в сетях передачи высокого напряжения. Оно имеет возможность контролировать величину напряжения и фазовый угол, а также осуществлять контроль потока мощности в линии [3].

Кроме того, устройства UPFC улучшают динамические характеристики энергосистемы в координации с регуляторами демпфирования [2]. В результате одним из их применений является гашение колебаний энергосистемы с помощью регуляторов гашения колебаний (POD - Power Oscillation Damping).

Основой UPFC (рис. 1) являются силовые электронные устройства, состоящие из двух полупроводниковых преобразователей напряжения (П1-П2), соединенных через общий конденсатор цепи постоянного тока (С). Для подключения преобразователей в цепь высокого напряжения используются два связующих трансформатора (T_{sh} , T_{se}).

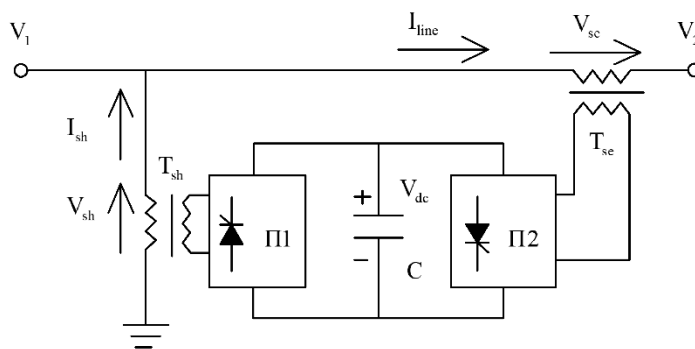


Рис.1. Схема модели UPFC

UPFC имеет несколько режимов работы.

За счет параллельно соединенного преобразователя возможно осуществление[1]:

- 1) режима управления реактивной мощности;
- 2) режима автоматического регулирования напряжения, где целью является поддержание напряжения в точке подключения.

Благодаря последовательно соединенному преобразователю UPFC может работать в следующих режимах[3]:

- 1) режим фазоповоротного устройства, позволяющий перераспределять потоки мощности по линиям;
- 2) режим управления полным сопротивлением линии электропередачи.

Обычно POD регуляторы включают передаточную функцию, состоящую из канала усиления, передаточной функции с постоянным времени T_w , предназначенной для выделения из сигнала активной мощности переменной составляющей, определяющей локальные колебания, а также высокочастотных фильтров с постоянными времени T_1 - T_4 [2]. Блок-схема POD регулятора показана на рис. 2.

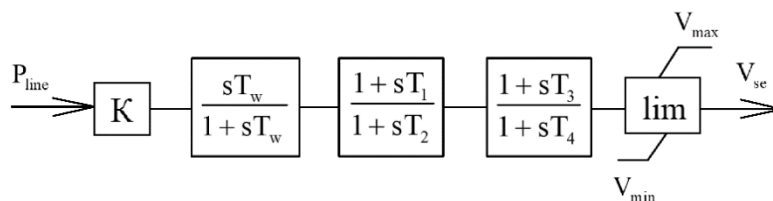


Рис.2. Схема POD регулятора UPFC

В качестве входного сигнала регулятора обычно используется сигнал потока активной мощности по линии передачи, выходным сигналом является величина напряжения V_{se} .

На рис. 3 показана векторная диаграмма напряжений и тока линии при последовательном управлении.

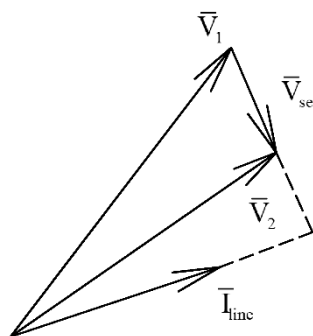


Рис. 3. Векторная диаграмма при управлении демпфированием

Управляя величиной вектора V_{se} , можно добиться положительного демпфирования колебаний.

Источники

1. N. Anwer, A. S. Siddiqui and A. Umar, "Analysis of UPFC, SSSC with and without POD in congestion management of transmission system," 2012 IEEE 5th India International Conference on Power Electronics (IICPE), Delhi, India, 2012, pp. 1-6, doi: 10.1109/IICPE.2012.6450489.

2. E. Raajeshwar and A. Jeevanandham, "Improving transient stability of power system using UPFC with PID and POD controllers," 2017 International Conference on Advances in Electrical Technology for Green Energy (ICAETGT), Coimbatore, India, 2017, pp. 127-130, doi: 10.1109/ICAETGT.2017.8341464.

3. S. K. Samal and P. C. Panda, "Damping of power system oscillations by using unified Power Flow Controller with POD and PID controllers," 2014 International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies [ICCPCT-2014], Nagercoil, India, 2014, pp. 662-667, doi: 10.1109/ICCPCT.2014.7054911.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ЦИРКОНАТА-ТИТАНАТА СВИНЦА ДЛЯ УСТРОЙСТВ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Менг А.А.

ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия
anastas2002meng@mail.ru

В тезисе представлено исследование зависимости таких функциональных свойств пленок цирконата-титаната свинца, как значения пьезоэлектрической константы, остаточной поляризации, от пористости, для использования таких пленок в устройствах микромеханических систем.

Ключевые слова: пьезоэлектрики, тонкие сегнетоэлектрические пленки, цирконат-титанат свинца, пористость, индексы Миллера, пьезоэлектрические константы, сегнетоэлектрический гистерезис.

Исследуемые в ходе данного исследования образцы № 1 и №2 представляют собой многослойные ЦТС-пленки с пористостью 0,0% и 6,8%, сформированные на подложках монокристаллического кремния, покрытого слоем платины толщиной 150 нм.

Рентгеноструктурный анализ образцов. Исследование образцов методом рентгеноструктурного анализа было выполнено с целью выяснения чистоты опытных образцов, а также выявления зависимости между пористостью ЦТС-пленок и такими параметрами как параметр ячейки, межплоскостное расстояние, индексы Миллера (ИМ). Эксперимент был проведен с использованием дифрактометра «ДРОН-8Т», оба образца были исследованы путем дискретного измерения с вращением образца в интервале углов 2θ от 10° до 90° .

Обработка полученных в ходе эксперимента данных осуществлялась с использованием программного пакета Origin. Значения ИМ были рассчитаны с использованием преобразованной формулы Вульфа-Брэгга (1):

$$(H^2 + K^2 + L^2) = \left(\frac{2a \sin \theta}{\lambda}\right)^2. \quad (1)$$

Полученные в ходе данного исследования дифрактограммы, с отображенными на них рассчитанными ИМ, представлены на рисунке 2. Из них

следует, что помимо пиков, соответствующих ЦТС, присутствуют только пики, соответствующие подложке.

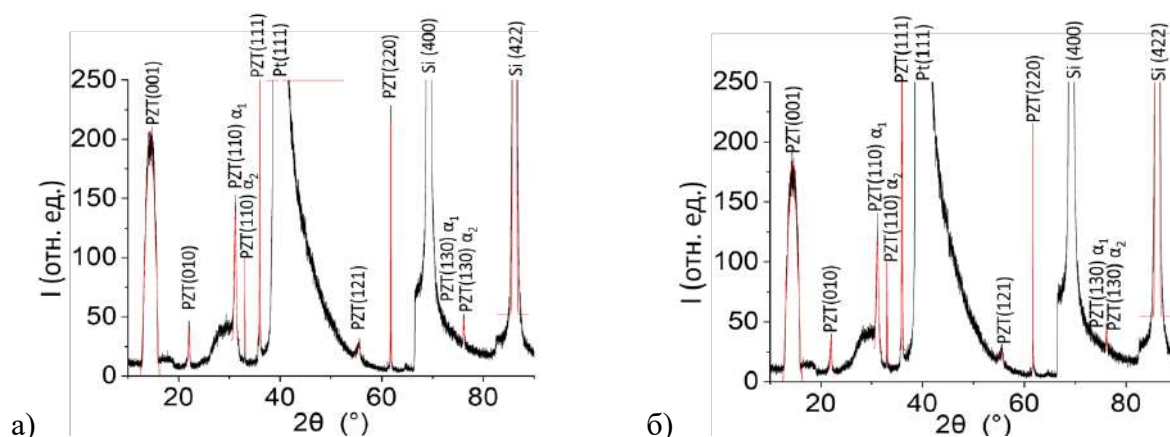


Рис. 1. Дифрактограммы исследуемых образцов с ИМ для образцов: а) №1; б) №2.

Исследование образцов с использованием метода силовой микроскопии пьезоотклика, определение значений пьезоэлектрической константы d_{33} . В данном исследовании определение значения деформации происходило с использованием атомно-силового микроскопа Ntegra Academia в режиме силовой микроскопии пьезоотклика (СМП). Обработка результатов исследования происходила с использованием программного обеспечения Gwyddion. При определении значения пьезодеформации был взят срез, толщиной 10 пикселей (рис. 3). Значения деформации составили: для образца №1 - $\Delta z = 397 \pm 2,5$ пм, для образца №2 - $\Delta z = 533 \pm 2,5$ пм.

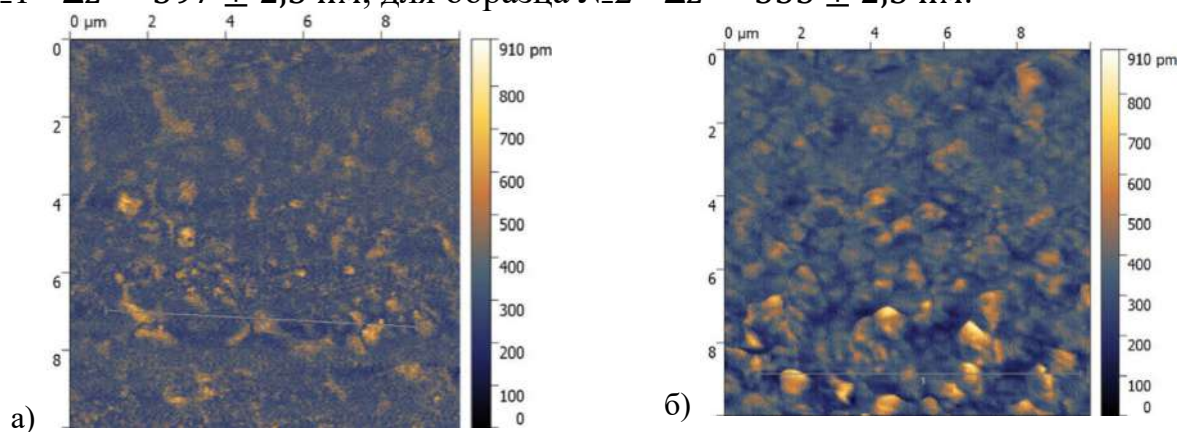


Рис. 2. амплитудное изображение с линией среза для образцов: а) №1; б) №2.

С использованием формулы (2) были получены значения пьезоэлектрической константы d_{33} .

$$d_{33} = \frac{\Delta z}{V} [1]. \quad (2)$$

Полученные значения составили: для образца №1 $d_{33} = 39,6 \text{ пМ/В}$, для образца №2 $d_{33} = 52,7 \text{ пМ/В}$.

Моделирование сегнетоэлектрического гистерезиса в COMSOL Multiphysics. Моделирование в программе COMSOL Multiphysics было осуществлено с использованием полученных в ходе СМП-исследования значений пьезоэлектрических констант. Также сегнетоэлектрический гистерезис был промоделирован для промежуточного значения пьезоэлектрической константы $d_{33} = 46,2 \frac{\text{пКл}}{\text{Н}}$, рассчитанного как среднее арифметическое значение между определенными в ходе эксперимента значениями. Данное значение было условно обозначено как образец №3. Результаты моделирования приведены на рисунке 1.

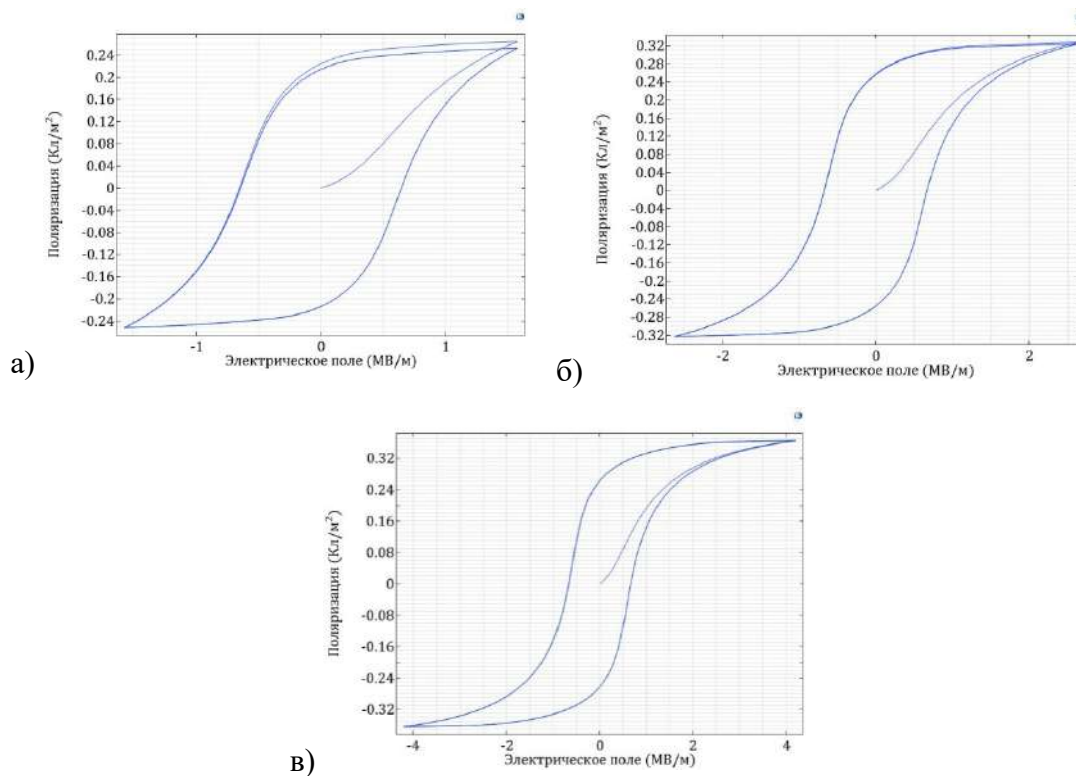


Рис. 3. Результаты моделирования сегнетоэлектрического гистерезиса для образцов: а) №1; б) №3; в) №2.

Сравнение полученных в ходе экспериментов данных показывает наличие зависимости между некоторыми функциональными свойствами ЦТС-пленок и их пористостью. Так, с увеличением пористости в пределах от 0,0% до 6,8% наблюдается увеличение значения пьезоэлектрической константы d_{33} в диапазоне значений от $d_{33} = 39,6 \frac{\text{пКл}}{\text{Н}}$, до $d_{33} = 52,7 \frac{\text{пКл}}{\text{Н}}$, а также значений

остаточной поляризации в диапазоне от $0,22 \text{ Кл/м}^2$, до $0,2612 \text{ Кл/м}^2$. Результаты данной работы могут быть использованы при подборе необходимых параметров материалов, применяемых при проектировании ультразвуковых преобразователей, а также при изготовлении энергонезависимой памяти – сегнетоэлектрических запоминающих устройств[2].

Источники

1. Kratzer, M. et al. Sci Rep 8, 422 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18843-4>.
2. Petrov, V. V. et al. (2020). (Vol. 28, pp. 65–70). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/nhc.28.65>.

МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Молодова К.К.¹, Мухаметжанов Р.Н..²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹molodovarab@gmail.com, ²ruustem@yandex.ru

В тезисе приведены сведения о силовых трансформаторах, описываются причины выхода силового трансформатора из строя и методы технической диагностики, рассмотрены пути увеличения эксплуатационной надежности и продления срока службы трансформатора.

Ключевые слова: Надежность, силовой трансформатор, диагностика, мощность, метод, тепловизионная диагностика, способ, контроль, нагрузка.

На подстанциях наиболее уязвимым звеном являются силовые трансформаторы, в которых особому контролю должны подвергаться силовые маслонаполненные трансформаторы[1]. Согласно представленным данным[2] ОАО «СО ЕЭС» только за весь 2018 год зафиксировано порядка 16000 аварий в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше.

Техническая диагностика является оперативной оценкой - выбором наиболее оптимального метода повышения надежности электротехнических устройств, получение информации о техническом состоянии аппарата. Для продления срока жизни трансформатора, а также, его дальнейшего эксплуатирования необходимо точное и своевременное проведение диагностики и анализа технического состояния.

Техническая диагностика как область знаний, занимается теорией, методами и средствами обнаружения и поиска дефектов, под которыми следует понимать любое отклонение характеристик объекта от заданных. Установление несоответствия параметров и характеристик объекта – одна из задач диагностирования[3].

Наибольшей популярностью пользуются такие методы диагностики трансформаторов, как вибродиагностика, измерение изоляционных характеристик, тока холостого хода, тепловизионное обследование, анализ масла из бака.

Вибродиагностика силовых трансформаторов является весьма эффективным способом оценки их технического состояния. Его достоинством в сравнении с другими способами диагностирования является возможность проведения обследования в процессе работы трансформатора. По результатам вибрационного обследования можно судить о состоянии фундамента

трансформатора, состоянии охлаждающих вентиляторов и масляных насосов, качестве прессовки обмоток и магнитопровода, а также производить балансировку вентиляторов системы охлаждения и устранять резонансные явления[4]

В процессе измерения изоляционных характеристик, проведения проверки доступные выводы соединяют между собой, бак силового трансформатора надежно заземляют. Диагностика изоляции трансформаторов дает возможность выявить местные дефекты и увлажнение изоляционной среды.

Измерение потерь тока холостого хода выполняют амперметрами прямого включения при номинальном или малом напряжении. У исправных силовых трансформаторов потери тока мало отличаются от потерь, зафиксированных во время тестирования на заводе-изготовителе. Измерения проводят с целью выявить или исключить наличие замыканий в обмотках и магнитопроводе.

Тепловизионная диагностика состояния силового трансформатора осуществляется в режиме нагрузки. Измерение излучения тепла посредством тепловизора – вспомогательный метод обследования[5].

Анализ трансформаторного масла включает в себя исследования, на основании которых делают выводы об исправности устройства, прогнозируют его дальнейшее функционирование. В комплекс диагностических мероприятий может входить полный или сокращенный анализ, проверка электрической прочности, хроматография.

Рассмотрев все методики диагностики силовых трансформаторов, можно сделать вывод, что тепловизионная и вибрационная диагностика электрооборудования являются одними из основных направлений развития системы технической диагностики.

Источники

1. Валиуллина Д.М., Загустина И.Д., Козлов В.К. Определение качественного состава примесей в отработанном трансформаторном масле.
2. Официальный сайт ОАО «СО ЕЭС» [Электронный ресурс]. <https://so-ups.ru/> (дата обращения:04.10.2023).
3. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. [Текст] / М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. - 216 с.: ил
4. Русов В.А, Софьина Н.Н. «Вибрационное обследование и диагностика состояния трансформаторов» // Методы и средства оценки состояния Энергетического оборудования. Выпуск 11. Спб.: ПЭИПК, 2000. — с. 38—53.

5. Официальный сайт “Мегаватт-сервис РФ” [Электронный ресурс]. <https://мегаватт-сервис.рф/> (дата обращения: 04.10.2023).

6. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гиззатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

7. Хузяшев, Р. Г. Колебания амплитуды сигнала переходного процесса как источник диагностической информации / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Материалы 93-его заседания семинара. В 2-х книгах, Волжский, 13–17 сентября 2021 года / Отв. редактор Н.И. Воропай. – 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 130: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. – С. 215-223.

8. Козлов, В. К. Исследование электрических характеристик бумажной изоляции трансформаторов / В. К. Козлов, А. Х. Сабитов, А. М. Гарипова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2020. – Т. 76, № 2. – С. 68-71.

9. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 27–28 октября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь; Министерство науки и высшего образования РФ; Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИЙ ОТ НАБЕГАЮЩИХ ВОЛН ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ И ПОМЕХ ПОДСТАНЦИЙ 110 КВ

Нугманов Х.С.¹, Сандаков В.Д.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹nugmanov007@mail.ru, ²vitalysandakov@gmail.com

В данной работе рассматриваются основные проблемы молниезащиты на магистральных подстанциях 110 кВ. Определены наиболее эффективные меры для защиты подстанций от набегающих волн перенапряжений и помех.

Ключевые слова: электроэнергетика, перенапряжение, молниезащита, высокое напряжение, подстанция, помехи, волны.

На данный момент предъявляются достаточно высокие требования к защите оборудования подстанций от волн грозовых перенапряжений с линий электропередач (ЛЭП). Именно поэтому необходимо предусматривать меры для защиты дорогостоящего оборудования подстанций (ПС).

Если рассматривать природу возникновения набегающих волн и помех, то можно назвать источник этих явлений – гроза и возникающие от её воздействия перенапряжения. Максимальные значения волн не должны быть больше разрядного напряжения изоляции линии относительно земли.

Как правило, на подстанциях сетей 110 кВ и выше защита от перенапряжений и помех представляет собой разрядник и тросы на подходе к подстанции. Выделим основные проблемы защиты подстанций от перенапряжений: подбор подходящих устройств защиты подстанций; корректность функционирования устройств защиты; учёт влияния помех на работу подстанций[1-2].

Существует несколько решений данной проблемы, позволяющих улучшить защиту подстанций от данного вида воздействий:

- Расчётный метод решения на электронно-вычислительных машинах – применение математического моделирования линий электропередач (ЛЭП), трансформатора и элементов подстанций. При этом, заранее составляется эквивалентная схема ЛЭП и трансформаторов, производится подбор оборудования в соответствии с особенностями рассматриваемой линии и моделируется испытательная волна;

- Установка аппаратов защиты от набегающих волн – вентильные разрядники (РВ) или нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН).

Если говорить о вентильных разрядниках, то они предназначены для снижения амплитуды набегающих волн до безопасной величины, не влияющей на изоляцию электрооборудования. Разрядное напряжение искрового промежутка и остаточное напряжение при токах координации должно составлять не ниже чем на 10% от гарантированной прочности защищаемой изоляции при полном импульсе перенапряжения. Чтобы защита при помощи РВ была надёжной необходимо выполнить два условия – ограничить ток через разрядник и ограничить крутизну волны, набегающей на разрядник. Для эффективного обеспечения надёжной грозозащиты можно выделить, что чем ближе вентильный разрядник располагается к защищаемому оборудованию подстанции, тем выше степень защищённости. Но это возможно только при небольшом количестве ячеек на ПС. За счёт близости аппарата защиты (ЗА) в значительной степени подавляется колебательная составляющая импульса грозового перенапряжения, амплитуда которого становится близкой к остающемуся напряжению ЗА.

Также на открытых распределительных устройствах устанавливают большее количество магистралей заземляющего контура, отходящих от основной стойки с молниеотводом и усиливают сами молниеотводы путём установки устройств более высокого класса напряжения.

Если анализировать полученные графики из работы[3-4] (рис.1), то можно сказать, что при обнаружении критической точки на линии помимо защиты подходов линий к ПС необходимо дополнительно защищать часть линии с критической точкой тросами.

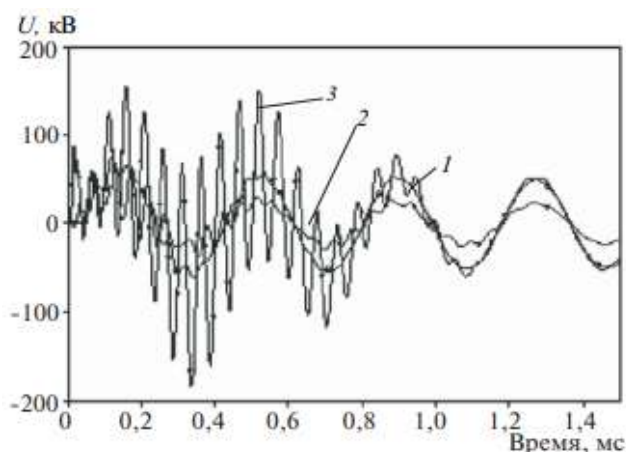


Рис.1. Перенапряжения в произвольных точках линии (1), кабеля (2), в середине обмотки трансформатора 110 кВ (3)

При анализе данного графика перенапряжений можно выделить следующие аспекты:

- На ЛЭП существует критическая точка, которая может являться источником резонансного перенапряжения в обмотках трансформаторов при ударе молнии в данную точку. Исходя из опыта других авторов и эксплуатационных случаев, можно сказать, что критическая точка на схеме линия – трансформатор 110 кВ находится в зоне защиты на подходах к ПС или в небольшой удалённости от зоны защиты – увеличение зоны защиты позволит обеспечить защиту обмоток трансформаторов от такого вида резонансных перенапряжений;

- От конструкции ЛЭП, ПС и трансформатора зависит удалённость критической точки от ПС. При определении защитной зоны подходов линий к ПС необходимо принимать во внимание местоположение критической точки на линии.

Подводя итог, можно сказать, что для снижения воздействий перенапряжений и помех на подстанции и её оборудования необходимо предусматривать вышеперечисленные меры защиты.

Источники

1. Техника высоких напряжений / Под ред. Д.В. Разевига М.: Энергия, 1973.

2. Повышение эффективности функционирования воздушных электрических сетей 6-10 кВ с изолированной нейтралью при однофазных повреждениях изоляции / А. Н. Качанов, В. А. Чернышов, Б. Н. Мешков [и др.] // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2021. – № 1(63). – С. 80-94. – DOI 10.53015/18159958_2021_1_80. – EDN NTNJXD.

3. Муфид-Заде, Н. А. Схема грозозащиты подстанций 110-330 кВ от набегающих с линии электропередачи грозовых волн / Н. А. Муфид-Заде, Х. Хуссейн, С. М. Таги-Заде // Электротехника. – 2012. – № 8. – С. 39а-45. – EDN PAANAL.

4. Шарифуллин, Р. Р. Техническое обслуживание подстанционного оборудования / Р. Р. Шарифуллин, Д. М. Валиуллина // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 323-329.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСЦИЛЛОГРАФА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Османов А. З.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

alikh.osmanov.98@mail.ru

Науч. рук. доц. Булатова В. М.

Частичный разряд – это электрический разряд, длительность которого составляет 1-10 нс. Актуальность проблемы заключается в том, что частичные разряды могут быть трудно обнаружимы, особенно в случае невидимых повреждений изоляции, таких как небольшие трещины или микротрещины. В данном тезисе рассматриваются методы измерения частичных разрядов при помощи осциллографа.

Ключевые слова: частичный разряд, осциллограф, схема регистрации.

Имеется два метода контроля частичных разрядов: по прямоугольному и коммутационному импульсу.

Контроль ЧР по прямоугольному импульсу.

В данном случае импульсы прямоугольной формы подаются на участок изоляции под высоким напряжением через разделительный конденсатор и регистрации импульсного сигнала прошедший через участок, содержащий частичный разряд.

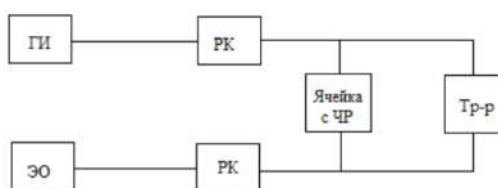


Рис. 1 Схема регистрации частичного разряда

ГИ – генератор импульсов

РК – разделительный конденсатор

Тр-р – трансформатор

ЭО – электронный осциллограф

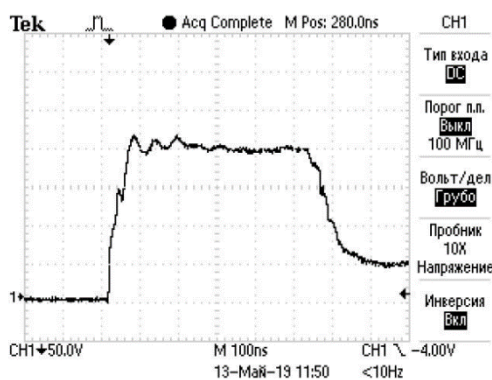


Рис. 2. Импульс длительностью 520 нс без частичного разряда

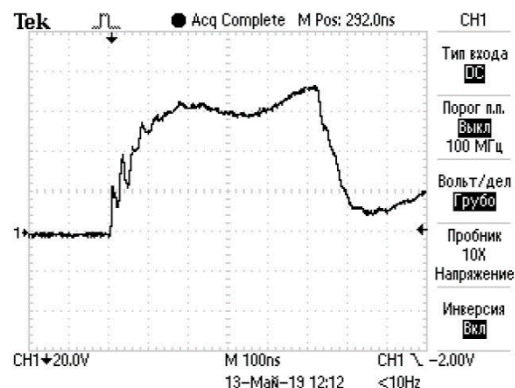


Рис. 3. Импульс длительностью 520 нс с частичным разрядом

В эксперименте было установлено, что в случае отсутствия частичного разряда сигнала отклик практически повторял форму импульсов, поступающих от генератора, почти без колебаний.

Контроль частичного разряда по коммутационному импульсу.

Как известно, коммутации неотъемлемая часть процесса передачи и распределения электроэнергии. В этом случае контроль ведется в режиме онлайн – что несомненно является одним из важнейших задач для разработчиков новых технологий контроля ВВ оборудования.

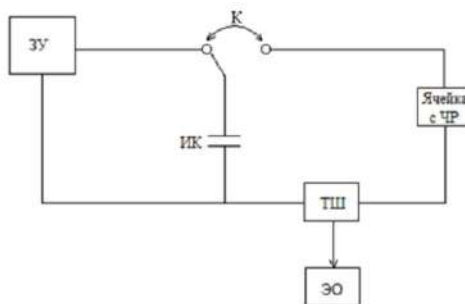


Рис. 4 Схема контроля частичных разрядов по коммутационным импульсам
 ЗУ – зарядное устройство, ИК – импульсный конденсатор, К – ключ, ТШ – токовый шунт, ЭО – электронный осциллограф

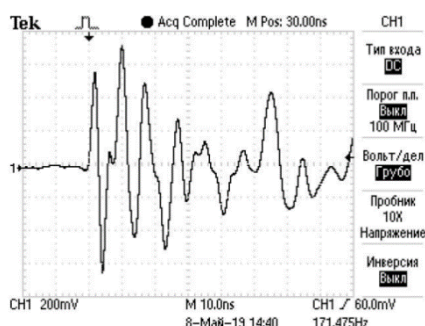


Рис. 5 Осциллограмма в момент отсутствия частичного разряда

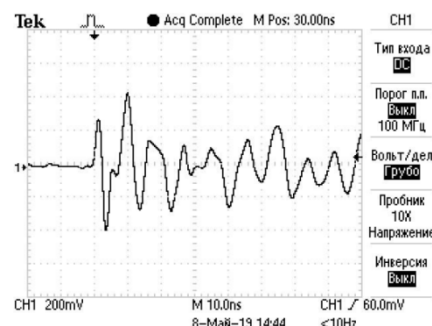


Рис. 6 Осциллограмма в момент наличия частичного разряда

Четко зафиксировано снижение амплитуд колебаний. Уменьшение обусловлено наложением тока первого сигнала частичного разряда на первый сигнал, который увеличивается с ростом интенсивностей частичных разрядов и ослабляет исходный сигнал.

Общее заключение, по результатам проведённых и описанных экспериментов заключается в том, что для контроля частичных разрядов могут применяться, как прямоугольные импульсы, созданные специальным генератором, так и коммутационные импульсы высоковольтной сети.

Источники

1. Кучинский Г.С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях. – Л.: Энергия. Ленингр. Отд-ние, 1979. 224 с.
2. Морозова Т. И., Сапожников А.В. Некоторые проблемы развития нормативов на уровне изоляции силовых трансформаторов высокого напряжения. – Электротехника, 1974, № 4, с 1-6.
3. Стругов В.В., Лавринович В.А. Обнаружение частичных разрядов в машинах постоянного тока импульсным методом. С. 72–77
4. Анализ качества электропитания в полевых условиях портативным осциллографом [Электронный ресурс] URL: <https://skomplekt.com/analiz-kachestva-elektropitaniya-v-polevyix-usloviyax-portativnyim-oscillografom-rs-score-rider/>, Дата обращения: 08.10.23
5. Токтарбаев М. К. Магистерская диссертация [Электронный ресурс] URL: <https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/53822/1/TPU712741.pdf>, Дата обращения: 08.10.23

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Павлов А.О.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

cfifgfdkjd2001@mail.ru

Науч.рук. проф. Гильфанов К.Х.

В тезисе предложена электрическая принципиальная схема частотного преобразователя и асинхронного двигателя. С помощью частотного преобразователя происходит регулирование скорости асинхронного двигателя. В её состав входит выпрямитель, LC-фильтр, автономный инвертор, асинхронный двигатель.

Ключевые слова: преобразователь частоты, асинхронный двигатель, регулирование скорости.

Сегодня частотное управление скоростью асинхронного электропривода является широко распространенным методом, который обеспечивает плавное изменение скорости вращения ротора в широком диапазоне значений, включая как увеличение, так и уменьшение оборотов. Такой подход обеспечивает стабильную работу электропривод.

Частотники являются сложными устройствами с широким спектром настроек и функций для регулирования скорости асинхронных двигателей. Они отличаются высокой надежностью и качеством и могут быть использованы в различных отраслях для управления приводами различного оборудования, такого как насосы, вентиляторы, транспортеры и другие.

Электродвигатель переменного тока, где скорость вращения ротора отличается от частоты переменного магнитного поля, которое вращается в статоре, создаваемого током обмотки статора, и, как правило, является меньшей. В работающем режиме скорость вращения ротора данного двигателя меньше, чем скорость вращения магнитного поля, создаваемого током обмотки статора. Коллекторные двигатели в некоторых странах классифицируются как асинхронные двигатели. Индукционные двигатели - это еще одно название для асинхронных двигателей, так как ток в обмотке ротора возникает за счет индукции вращающегося поля статора.. В настоящее время большая часть электрических машин представляет собой асинхронные машины, которые применяются в качестве основных преобразователей электрической энергии в механическую. Чаще всего это асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором.

Частотный преобразователь и асинхронный двигатель в данной работе предложена схема (см.рисунок).

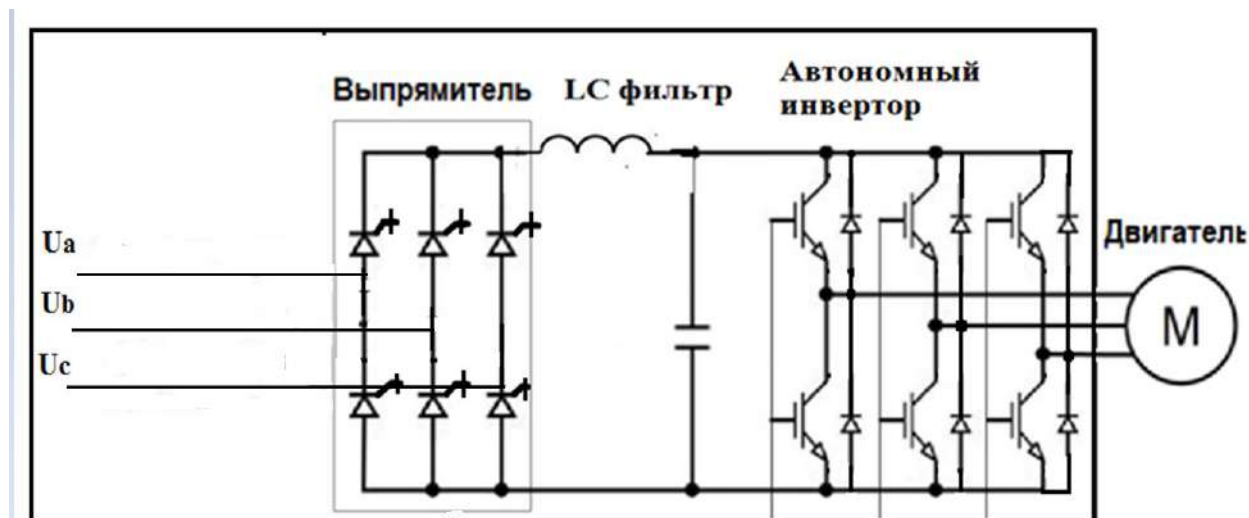


Рис. Схема силовой части преобразователя с асинхронным двигателем

Выбор схемы преобразователя Автономный преобразователь напряжения построен по мостовой схеме. В нем используется принцип однократного переключения клапанов 180 градусов перед положением кнопки или широтно-импульсной модуляцией. Для нагрузок мощностью менее одного киловатта можно использовать однофазную выпрямительную схему. При низкой нагрузочной способности рекомендуется использовать трехфазный контур с центральной точкой. Их название *IXYS CS23-12L02*

Сглаживание пульсаций напряжения в цепи постоянного тока осуществляется с помощью Г- или П-образных LC-фильтров. Название конденсаторов *КЭП1-1,05-63-2У1*.

Емкость конденсатора определяется уровнем пульсации напряжения в цепи постоянного тока ΔU_c . Предполагая, что допустимые колебания напряжения не превышают $0,1 \cdot U_{дн}$, и пренебрегая изменением тока при изменении напряжения на конденсаторе фильтра, то вы можете приравнять ток нагрузки к току зарядки или разрядки конденсатора. По мере уменьшения частоты выходного напряжения инвертора требуемая емкость конденсатора увеличивается. Когда $f_i = 0$, оно достигает наибольшего значения.

Выпрямленное напряжение подается на фильтр питания, который выполняет две функции: сглаживание выходного напряжения выпрямителя и циркуляцию реактивной мощности на силовом каскаде.

После фильтра напряжение постоянного тока подается на вход инвертора, который преобразует напряжение постоянного тока U_d в трехфазное напряжение $U_{1рег}$ регулируемой частоты $f_{1рег}$ и подает его на двигатель. Частота

выходного напряжения f_{pre} инвертора регулируется блоком управления в функции управляющего сигнала U .

Автономный преобразователь напряжения со схемой протекания тока. Работает это следующим образом: три транзистора работают одновременно, и в течение периода 2π (360°) группы клапанов переключаются три раза: 1-4-6, 3-2-6, 5-4-2. Следовательно, фазы подключения меняются три раза за этот период, что дает нам переменный ток в нагрузке.

Источники

1. Модель асинхронного электропривода с частотным регулированием скорости при поддержании постоянства потокосцепления статора в matlabмакаров В.Г., Аббазов А.Т., Каримов Д.А. Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 4. С. 167-173.

2. Частотно-регулируемый электропривод центробежных насосных установок добычи нефти. Чернышева Т.А., Аникин В.В., Чернышев И.А., Чернышев А.Ю. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 12. С. 168-178.

3. Моделирование системы векторного управления асинхронным двигателем с преобразованием координат электропривода Шохин В.В., Храмшин В.Р., Корнилов Г.П., Пермякова О.В. Электротехнические системы и комплексы. 2022. № 1 (54). С. 29-37.

4. Хабибуллин, И. И. Влияние отклонений параметров напряжения на работу асинхронного двигателя / И. И. Хабибуллин, А. М. Маклецов // Фундаментальные и прикладные исследования: концепты, методики, новации : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 12–13 мая 2022 года. – Ростов-на-Дону: Профпресслит, 2022. – С. 290-292.

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Павлов И.С.¹, Воркунов О.В.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹vanyapavlov21@yandex.ru, ²vorcunov_oletg@mail.ru

В данной статье рассматривается проблема контроля кабельных линий электропередач с использованием роботизированных систем. Контроль состояния кабельных линий электропередач является ключевым аспектом обеспечения надежности и безопасности энергосистемы. В статье представлен инновационный подход к решению этой задачи, заключающийся в разработке специализированных роботизированных систем.

Ключевые слова. Роботизированный контроль, кабельные линии электропередач.

Кабельные линии электропередачи играют ключевую роль в современной электроэнергетике. Они обеспечивают передачу электроэнергии на большие расстояния с минимальными потерями и высокой степенью надежности. Кабельные линии также позволяют создавать гибкие и адаптивные системы электроснабжения, которые могут быстро реагировать на изменения в потреблении электроэнергии. В целом, кабельные линии электропередачи являются неотъемлемой частью современной энергетической инфраструктуры и играют важную роль в обеспечении стабильности и надежности электроснабжения.

Контроль кабельных линий позволяет своевременно выявлять и устранять проблемы, такие как короткие замыкания, обрывы кабеля и утечки тока. Это снижает риск возникновения аварийных ситуаций, увеличивает эффективность использования электроэнергии и обеспечивает безопасность для людей и окружающей среды[1]. Внеочередной осмотр кабельных линий выполняют после наводнения или сильных дождей. Оценка состояния кабелей, которые находятся внутри любых помещений, кроме непосредственного контроля их специалистом включает также проверку освещения, вентиляции, сигнализации, комплектацию инструментов для тушения пожара, замеры температуры воздуха и изоляции линий, оценку состояния опорных сооружений, металлических элементов, наличие маркировок[2]. Чтобы выявить трещины или износ в муфтах и изоляции специалисты нашей компании проводят профилактические испытания трасс, повышая напряжение постоянного тока до допустимых границ. Содержание туннелей, коллекторов, каналов и других кабельных сооружений должно поддерживаться в порядке, хранение

материалов в них недопустимо. Металлические крепежные элементы, такие как полки, стойки, кронштейны, проверяют на отсутствие повреждений. В летнее время температура внутри кабельных туннелей и каналов должна быть не более чем на 10 градусов выше температуры наружного воздуха. При осмотре уделяют внимание состоянию кабеля, муфт, строительных конструкций, наличию смещений и провисов кабелей. Важно убедиться, что металлическая броня кабелей и металлические конструкции, по которым они проложены, имеют негорючее и антикоррозионное покрытие. Во время проверок туннелей и коллекторов контролируют исправность систем вентиляции, освещения, пожаротушения и ливневой канализации.

Роботизированные системы контроля кабельных линий электропередачи включают в себя несколько основных компонентов:

- Беспилотный наземный аппарат (БПЛА) на колесной или гусеничной основе позволяющий перемещаться по туннелям кабельных линий и проводить диагностику.
- Система управления (БПНА) – программное обеспечение, которое управляет передвижением и выполняет необходимые операции, такие как съемка кабельной линии и передача данных на наземную станцию.
- Наземная станция – управление БПНА и информация о состоянии кабельной линии. Наземная станция включает в себя компьютер с программным обеспечением для управления БПНА и отображения данных.
- Датчики – устройства которые устанавливаются на БПЛА и позволяют собирать информацию о состоянии кабельной линии. Это могут быть камеры и тепловизоры для визуального контроля, лазерные дальномеры для измерения расстояний, ультразвуковые датчики для определения препятствий и т.д. Датчики могут измерять различные параметры, такие как напряжение, ток, температура и другие.

Одним из главных преимуществ роботизированного контроля является повышение эффективности работы. Использование роботов позволяет исключить ошибки, связанные с человеческим фактором, а также сократить время на проведение проверок. Роботизированная система может быстро определить место повреждения или неисправности и принять меры для их устранения. Кроме того, это значительно сокращает время, необходимое для проведения проверок. Роботы могут быстро и точно определить место повреждения или неисправности, что делает их идеальным решением для быстрого устранения проблем. Роботизация кабельной инфраструктуры также может помочь снизить затраты на обслуживание. Роботы не требуют больших затрат на оплату труда персонала, а также не нуждаются в отдыхе или перерывах. Кроме того, они могут работать в опасных условиях, где присутствие человека может быть нежелательным или невозможным[3].

Таким образом роботизированный контроль обладает большим потенциалом и может существенно улучшить работу электроэнергетических систем. Решение проблем и ограничений может быть достигнуто путем разработки новых технологий, стандартов и протоколов, а также улучшения алгоритмов машинного обучения и создания более универсальных роботов. Использование роботизированного контроля может стать ключевым фактором в развитии электроэнергетики и повышении ее эффективности.

Источники

1. Самарханова, Р. И. Методы диагностики мест повреждения кабельных линий / Р. И. Самарханова, Д. М. Валиуллина // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2022. – С. 207-208. – EDN ZFEEDH

2. Сафиуллин, Б. М. Методы контроля воздушных линий электропередачи / Б. М. Сафиуллин, Н. В. Фатхелисламов, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация» : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 50-52. – EDN WYIAYV.

3. Губарев, Н. А. Роботизированный комплекс мониторинга состояния электрооборудования электрических подстанций 110-220 КВ / Н. А. Губарев, А. Х. Сабитов // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXI Бенардосовские чтения): Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 140-летию изобретения электросварки Н.Н. Бенардосом, Иваново, 02–04 июня 2021 года. Том I. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – С. 87-90.

4. Дронина, А. А. Применение системы машинного зрения для распознавания данных об электрооборудовании / А. А. Дронина, Р. С. Зарипова // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: Международная научно-техническая конференция. Электронный сборник научных статей по материалам конференции В 3-х томах, Алматы, Казань, 20–21 октября 2022 года. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 382-386.

5. Емдиханов, Р. А. Применение информационных систем для решения проблем современности / Р. А. Емдиханов, Р. С. Зарипова // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: Международная научно-техническая

конференция, Казань, 05 апреля 2023 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 70-72.

6. Закриева, М. С. Автоматизация производства с помощью новых технологий / М. С. Закриева, И. А. Магомедов, Р. С. Зарипова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13, № 4-1. – С. 641-646. – DOI 10.34670/AR.2023.91.70.076.

7. Хузяшев, Р. Г. Моделирование переходных сигналов при коммутациях в линиях электропередач / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 31-36.

8. Муратаева, Г.А. Мероприятия по диагностике кабельной линии 6-10 кВ / Г.А. Муратаева, Ф.В. Сахаров // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 74-79.

КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕКЛОУЗЕРОВ 10 КВ

Печенкин Я.О., Мухаметжанов Р.Н.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
yuarichev@mail.ru, ruustem@yandex.ru

Реклоузер играет важную роль в электросетях, обеспечивая защиту и автоматическое восстановление энергоснабжения в случае возникновения неисправностей или сбоев. Поэтому правильный подбор реклоузера для сети особенно актуален в наши дни. Цель данной статьи рассмотреть два реклоузера различного исполнения и выявить основные различия между ними.

Ключевые слова: реклоузер, вакуумный выключатель, трансформатор.

Реклоузер - устройство с вакуумными выключателями и микропроцессором, автоматически управляющее и защищающее линии ВЛ. Он быстро определяет и отключает поврежденный элемент, минимизируя возможные повреждения оборудования[1].

Рассмотрим два реклоузера 10 кВ от производителей: ООО «Мосэлектронит» и «Таврида Электрик». Сначала изучим их конструкции, затем сравним характеристики и функциональные возможности, выявив сходства и различия. Благодаря этому мы сможем сделать вывод о важности тех или иных свойств.

Реклоузер от ООО «Мосэлектронит» имеет маркировку К-123С. К его основным функциям относятся: АВР, автоматическое повторное включение при КЗ, автоматическое секционирование при одностороннем и двухстороннем питании, сетевое резервирование, разделение на отдельные участки для обеспечения бесперебойной работы [2]. Конструктивно он состоит из: шкафа управления, соединительного кабеля и шкафа высоковольтной аппаратуры. Шкаф аппаратуры включает в себя: вакуумный выключатель, трансформатор тока нулевой последовательности, комбинированный датчик тока и напряжения, трансформатор собственных нужд. Шкаф управления представляет из себя совокупность микропроцессорной защиты и автоматики, аккумулятора, блока управления вакуумным выключателем и системы автоматического подогрева. Благодаря конструкции шкаф имеет степень защиты от влаги IP65, что означает, что он пыленепроницаем и защищен от водяных струй [2].

Реклоузер от «Таврида Электрик» обладает обозначением TER_Rec15_A11_L5 (в дальнейшем Rec_15). Он имеет все функции К-123С, а также же обладает рядом принципиально новых функций: автоматическое повторное включение после срабатывания защиты на повышенное напряжение, включение на холодную нагрузку, детектор источника [6]. Конструктивно этот реклоузер состоит из тех же частей что и К-123С, однако в отличии от него у Rec_15 степень защиты ниже и составляет IP54 и трансформатор собственных нужд вынесен из шкафа высоковольтной аппаратуры на опору[3]. Что облегчает шкаф и сокращает время его установки.

Установка обоих устройств занимает определенное количество времени. В случае с К-123С, требуется не более 5 часов [4], однако для установки Rec_15 требуется меньше времени – не более 4 часов [5]. Таким образом установка Rec_15 потребует меньше времени нежели К-123С.

Немало важным фактором является время автономной работы от аккумулятора. Минимальное время работы реклоузера от «Таврида Электрик» составляет 24 часа[1], а у ООО «Мосэлектросит» это в два раза меньше – 12 часов[6].

Из-за использования разных вакуумных выключателей возникает расхождение в механическом ресурсе операций включения и отключения. Производитель «Таврида Электрик» использует выключатели собственного производства, рассчитанные на 30000 срабатываний. Ресурс выключателя другого производителя составляет почти в два раза больше - 50000 срабатываний.

Итог результатов сравнения:

Таблица 1

Основные характеристики реклоузеров

Характеристика	К-123С	Rec_15
Номинальное напряжение, кВ	6, 10	10
Номинальный ток, А	630	630
Номинальный ток отключения, кА	12,5	12,5
Коммутационный ресурс операций В-О	50000	30000
Минимальное время работы от аккумулятора, ч	12	24
Относительная погрешность измерения фазных токов	5%	0,5%
Относительная погрешность	2,5%	0,5%

измерения фазных напряжений		
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP 65	IP 54
Масса устройства, кг	190	204
Время установки, ч	5	4

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что нельзя выделить один конкретный реклоузер. Их стоит выбирать в зависимости от условий, в которых они будут работать. Rec_15 имеет более длительное время автономной работы, что позволяет ему дольше работать при отрицательных температурах. Помимо этого, он требует меньше времени для установки и имеет более обширный функционал. К-123С имеет более высокую степень пыле-влаги защиты, что дает ему возможность работать при сильных ливнях. Кроме того, он имеет более высокий механический ресурс срабатываний.

Источники

1. РВА/TEL вакуумный реклоузер техническая информация. Реклоузер вакуумный TER_Rec15_A11_L5 [Электронный ресурс]. https://magazinenergetiki.ru/index.php?route=product/downinstr&download_id=53 (дата обращения: 30.09.2023).

2. ГОСТ 14254-2015. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP): национальный стандарт РФ: дата введения 2017-01-03 / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 341 "Внешние воздействия". – Москва: Стандартинформ, 2019. - Текст: непосредственный.

3. Конструкция реклоузера К-123С [Электронный ресурс]. <https://elquanta.ru/novoe/reklouzer-10-kv.html#i-4> (дата обращения: 30.09.23).

4. Распределенная автоматизация сетей [Электронный ресурс]. <https://www.tavrida.ru/ter/solutions/REC15/raspredelennaya-avtomatizatsiya-setey/> (дата обращения: 30.09.23).

5. Решения для надежного снабжения объектов электроэнергетики ООО «Мосэлектрощит». [Электронный ресурс]. <https://www.moselectroshield.ru/upload/iblock/84d/84d0321c85dad9c69acc8fea12aba5c8.pdf> (дата обращения: 30.09.23).

6. Устройство комплектное наружной установки (Реклоузер) К-123С ООО «Мосэлектрощит» [Электронный ресурс]. <http://moselectro.ru/upload/iblock/d07/d07cbc99906ab2f07a25b7600c4c9401.pdf> (дата обращения: 30.09.2023).

7. Хасанзянов, Б. Ф. О реклоузерах // Молодой ученый. — 2014. — № 7 (66). — С. 188-190. — URL: <https://moluch.ru/archive/66/10970/> (дата обращения: 30.09.2023).

8. Варенов, А. А. Использование компонентов автоматизированного проектирования при разработке релейной системы регулирования напряжения / А. А. Варенов, В. В. Максимов, О. В. Воркунов // Научно-технический вестник Поволжья. — 2023. — № 6. — С. 224-226.

МОДЕРНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ PSS SINCAL

Пигалин А.А., Хакимзянов Э.Ф., Галиев И.Ф.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ООО ИЦ «ЭнергоРазвитие», г. Казань, Россия
artempigalin@mail.ru

Для модернизации распределительной сети необходимо предварительное исследование различных сценариев схемы электроснабжения. С помощью PSS Sincal выявлены «узкие» участки сети и предложены технические решения для их устранения.

Ключевые слова: расчёт установившегося режима, распределительная сеть, модернизация, программный комплекс PSS Sincal.

Расчеты установившихся нормальных и аварийных режимов электрических сетей выполняются как подзадачи при анализе перспективного роста нагрузки, решении оптимизационных задач, разработке мероприятий по противоаварийному управлению и т.д.[1]. В связи с большой размерностью решаемой задачи требуется применение эффективных программных комплексов для модернизации устаревших и проектирования новых систем электроснабжения.

В данной работе для проведения комплексных расчетов будем использовать программный комплекс PSS®SINCAL. Он включает в себя комплекс аналитических модулей и инструментов, позволяющих решать задачи развития, проектирования и исследования энергетических систем.

В состав комплексного расчёта входят следующие модули:

- Расчет установившегося режима (УР) - по методу Ньютона-Рафсона с количеством итерации не более 200 ПК рассчитывает сетевые напряжения и токи, возникающие в результате потребления мощности в узлах[2].
- Перспективный рост нагрузки - расчёт электрических сетей с учетом будущего увеличения нагрузки и изменения ее местоположения.
- Оптимальное потокораспределение – ПК определяет параметры сети с минимальными потерями и минимальным количеством технических ограничений[3].
- Анализ послеаварийных режимов и восстановление электроснабжения – позволяет оценить режим в сетях при повреждении элементов и генераторов сети. В результате получаем информацию о надежности электроснабжения и о слабых местах сети.

На рисунке 1 представлен фрагмент распределительной сети, питающейся от ПС-1, напряжением 6 кВ с результатами расчёта УР и цветовой картой, показывающей «узкие» участки сети, при перспективной нагрузке. В схеме присутствуют два закольцованных фидера и один тупиковый, не имеющий резервного питания.

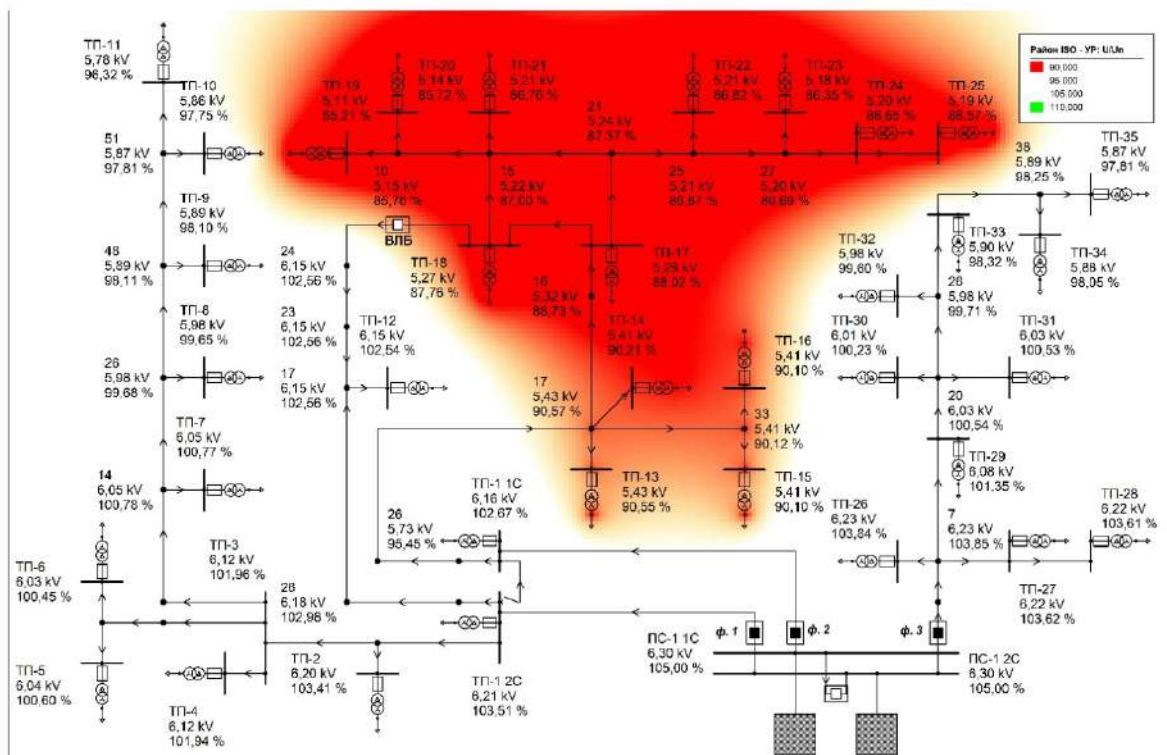


Рис. 1. Цветовая карта фрагмента распределительной сети с результатами расчёта

По результатам комплексного расчёта было выявлено следующее:

- Расчёт при перспективной нагрузке. На отдалённых ТП наблюдаются отклонения напряжения более 10%, что влияет на качество и срок службы электрических приборов. Также выявлены участки сети с перегрузками линий, которые могут привести к повреждению целостности электрической сети.
- Расчёт аварийных режимов. При переводе питания, когда происходит повреждение на одной из секций шин питающей ПС, электрическая сеть не способна поддерживать допустимое электроснабжение потребителей, что приведёт к недоотпуску ЭЭ.

В варианте модернизации, для устранения «узких» участков сети используем следующие технические решения:

- Перенос точки разрыва сети (с ВЛБ на ТП-17 и оп. 21);
- Строительство резервной линии (от оп. 33 до ТП-29);

- Реконструкция участков линий (замена участков ВЛ (провод марки АС сечением 50 мм² на 70 мм²) и КЛ (кабель марки АСБ сечением 185 мм² на 240 мм²)).

По итогам проведения комплексных расчётов до модернизации были выявлены проблемы текущего варианта схемы электроснабжения. Предложенные технические решения полностью устраняют «узкие» участки сети (рис. 2).

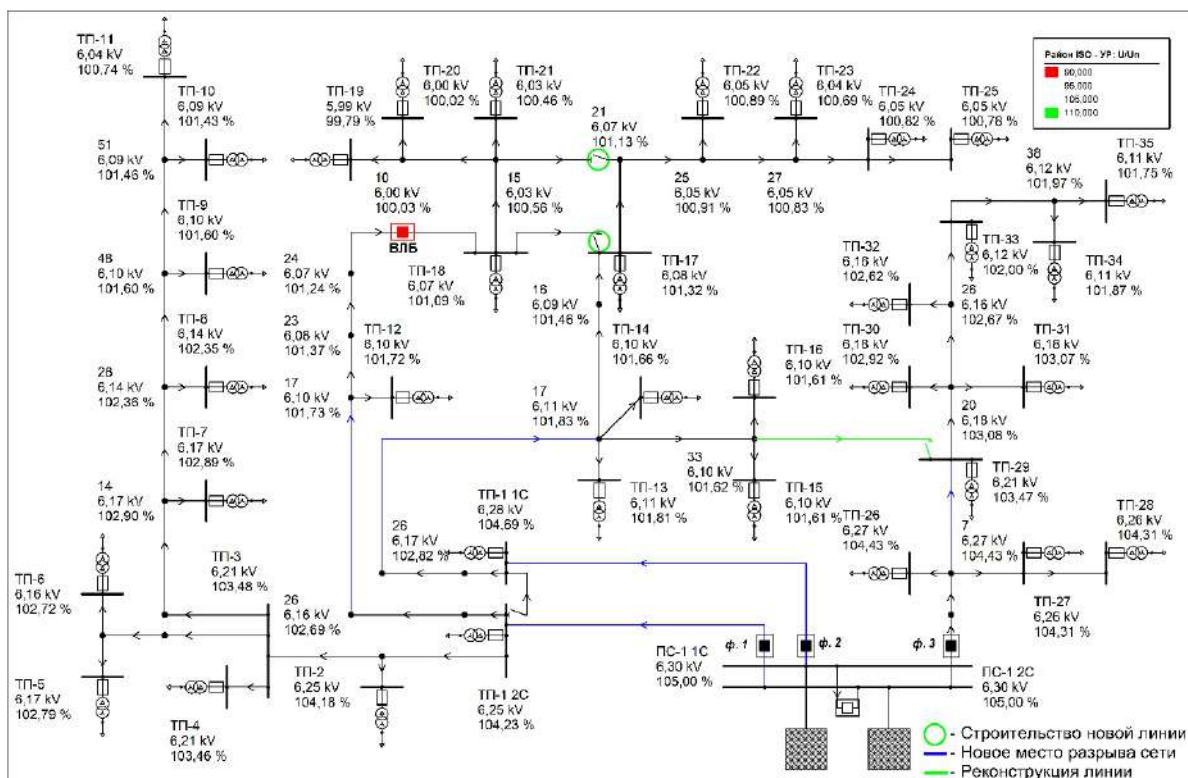


Рис. 2. Фрагмент распределительной сети с результатами расчёта после модернизации

Источники

1. Васильев П. А. / Совершенствование методов и алгоритмов расчёта и анализа установившихся режимов электрических сетей энергосистем: дис. 05.14.02. - Новочеркасск, 2006. - 123 с.

2. Пигалин А. А., Яхин Ш. Р., Галиев И. Ф. Разработка алгоритма оценивания состояния распределительной сети по данным онлайн мониторинга потребления // Тинчуринские чтения - 2023 "Энергетика и цифровая трансформация". - Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023;

3. Siemens AG / Техническое описание PSS Sincal. – Версия 13.5. 2017. - 50с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛИ В СЕТЯХ 10кВ

Полякова Д.А.¹, Козлов В.К.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹rannenkampf@mail.ru

Объясняется актуальность и эффективность изолированной нейтрали в сетях 10 кВ, почему этот режим нейтрали более надежен и какие имеет преимущества перед заземленной нейтралью. А также приведены примеры использования изолированной нейтрали.

Ключевые слова: изолированная нейтраль, надежность, заземленная нейтраль, фазное напряжение.

Распределительная сеть напряжением 10 кВ работает в режиме с изолированной нейтралью. Подача электроэнергии потребителю осуществляется по воздушной или кабельной линии через трехпроводную систему. Такой режим работы нейтрали позволяет повысить надежность электроснабжения потребителя в случае повреждения электрической сети.

У такого режима работы нейтрали имеется ряд преимуществ. В случае однофазного замыкания на землю аварийная остановка поврежденного фидера в сети с изолированной нейтралью не происходит. Напряжение сети остается таким же, как и при однофазном отключении на землю.

Изолированные нейтрали предотвращают падение напряжения на других фазах, что снижает эффективность функционирования электрооборудования. Кроме того, изоляция нейтрали снижает вероятность аварийных ситуаций, связанных с подачей индуцированного тока на приборы и воздействием на них внешних электромагнитных полей.

Другим преимуществом сетей 10 кВ с изолированной нейтралью является возможность использования однофазного заземления для того, чтобы упростить эксплуатацию электрических установок. Этот вид заземления позволяет более гибко управлять работой электрооборудования и быстро реагировать на возникающие проблемы. Кроме того, эта модель заземления позволяет легко обнаруживать и устранять неисправности, связанные с заземлением, что увеличивает надежность электроснабжения.

Разница между изолированными нейтралью 10 кВ и заземленными нейтралью заключается в том, что у первых нет прямого соединения земли с нейтралью. В сетях с заземленной нейтралью при утечках в линиях электропередач может возникать ток наводки. Наводка к электрической

системе - это явление, возникающее при воздействии электромагнитного поля на электрическую цепь. Это может привести к неполадкам в работе электронного оборудования, а в некоторых случаях и к выходу оборудования из строя. В сетях с изолированной нейтралью такие токи не появляются, что повышает надежность электроснабжения и безопасность обслуживающего персонала и населения.

При возникновении неисправности на линии с изолированной нейтралью можно определить точное место аварии, независимо от величины переходного сопротивления в нем, параметров источника и нагрузки потребителей. Это можно сделать путем измерения фазного установившегося напряжения поврежденной фазы в начале и в конце воздушной линии электропередачи с изолированной нейтралью на промышленной частоте.

Однако, у такого режима работ нейтрали есть недостаток. В случае однофазного короткого замыкания происходят процессы, влияющие на всю электрическую сеть. Напряжение в поврежденной фазе, в зависимости от вида замыкания, становится приближенным к нулю. Если измерительный прибор показывает, что фазное напряжение равно нулю, говорят, что это «полная земля». Также при коротком замыкании не всегда удается правильно настроить реле защиты, так как величина реального тока короткого замыкания связана с режимом работы сети, особенно с количеством соединений.

Сеть с изолированной нейтралью 10 кВ широко используется в промышленной энергетике, а именно для генераторов или трансформаторов и жилищном строительстве. Эта технология позволяет обеспечить энергоснабжение и большую мощность в условиях высокой нагрузки.

Она идеально подходит для использования в крупных предприятиях, котлованах и других объектах, где требуется надежная и эффективная система энергоснабжения.

Источники

1. В.К. Козлов, Е.Р. Киржацких. Дифференциальный метод определения места однофазного замыкания на землю в распределительных сетях с изолированной нейтралью // Электроэнергетика глазами молодежи -2019. Материалы юбилейной X Междунар. науч.-техн. конф. (Иркутск 16-20 сентября 2019г.); в 3т.- Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2019 – 250 с.

2. Барг, И.Г. Воздушные линии электропередачи: Вопросы эксплуатации и надежности/ И.Г, Барг, В.И. Эдельман. – М.: Энергоатомиздат, 1985.–258 с. (Дата обращения 25.09.2023)

3. Качанов А.Н., Повышение надежности, безопасности и эффективности функционирования воздушных электрических сетей 10 кВ при возникновении

однофазных замыканий на землю / А.Н. Качанов, Б.Н. Мешков Б.Н., А.Е. Печагин, М.Ш. Гарифуллин // Международная научно-практическая конференция «Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты». – 2021.

4. Секретарев, Ю.А. Оценка влияния на надежность системы электроснабжения различного рода дефектов ее основных элементов / Ю.А. Секретарев, В.М. Левин // Вестник КГЭУ, 2019, № 4 (44), сс. 55-63.

СИСТЕМА СВЕТОВОЙ МАРКИРОВКИ ДЛЯ ПРОВОДОВ ЛИНИИ ВЫСОКОГО И СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ТИПА ССМ

Рафаилов К.О.¹, Сабитов А.Х.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹Kirillrafailov1@gmail.com, ²sabitov_ah@mail.ru

В работе описан принцип функционирования системы световой маркировки проводов воздушных линий электропередач.

Ключевые слова: система световой маркировки, линии электропередач, бесперебойность электроснабжения.

Применение новых технологий в сфере электроэнергетики ежегодно позволяет коренным образом повышать безопасность и надежность линий электропередач (ЛЭП), работать над эффективностью процессов, а также значительно сокращать количество времени, затрачиваемого на ремонт оборудования и введение в строй системы передачи электроэнергии.

Система световой маркировки (ССМ), введенная Тульским электромеханическим заводом, была разработана для обеспечения безопасности небольших воздушных судов. Маркировка опор ЛЭП является важным элементом для обеспечения безопасности полетов, поскольку расстояния между опорами могут быть большими, и пилоты попросту могут быть сбиты с толку относительно расположения и высоты линий электропередач.

Международная организация гражданской авиации (ИКАО) подтвердила необходимость решения этой проблемы, и, в соответствии с её рекомендациями, была создана ССМ проводов линий высокого и среднего напряжения. Она представляет собой ночную разметку, устанавливаемую на воздушных линиях электропередач вблизи аэропортов и на пересечении долин и рек. Предупреждая самолеты, летающие на небольших высотах, о наличии линий электропередач, она, тем самым, позволяет избежать непредвиденных обстоятельств.

Принцип работы системы прост. Поле, создаваемое проводником, используется в качестве источника питания и позволяет упростить установки на проводник. В отличие от других маяков, которые требуют дополнительного проводника, ССМ позволяет маркировать даже второстепенные линии напряжением 60 кВ.

Существуют две модификации ССМ с разной интенсивностью света:

1. Высокая интенсивность (32 кД)
2. Низкая интенсивность (10 кД).

Мощность сигнала в обоих случаях регулируется электронно, система излучает равномерный красный свет, распространяемый во всех направлениях. Для обеспечения стабильности светового потока на протяжении всего срока службы, в систему интегрированы светодиоды, которые не требуют использования токсичных химических соединений, и просты в утилизации.

ССМ поставляется в двух комплектациях, существуют увеличенные и компактные версии. (см. рисунок) Помимо этого, прибор может быть оснащен резервной батареей для обеспечения бесперебойной работы во время ремонта.



Рис. Внешний вид увеличенной (слева) и компактной (справа) версии

ССМ-А – Увеличенная версия, ССМ-У – Компактная версия;

X2 – Интенсивность свечения (10 или 32 кД);

X3 – Мин. диаметр провода;

X4 – Макс. диаметр провода;

ССМ обладает такими параметрами: вес конструкции не превышает 10 кг, длина конструкции до 0,7 метра, блок питания состоит из двух частей и легко крепится винтами. Это делает конструкцию удобной в установке, эксплуатации и ремонте (см. таблица).

Таблица 1

Основные технические характеристики

Параметры устройства	ССМ-А-10- X3/X4	ССМ-У-10- X3/X4	ССМ-А-32- X3/X4	ССМ-У-32- X3/X4
Напряжение ВЛ, кВ	1-500 кВ			
Рабочий ток, А	30-1200	10-1200	35-1200	15-1200
Масса не более, кг	10	5	10	5

Габаритные размеры, см	67x40x10	23x14x17	67x40x10	23x14x17
Интенсивность света	ICAO тип А низкой интенсивности		ICAO тип В низкой интенсивности	
Источник света	Сверхъяркий светодиод			
Угол исходящего света	360°			
Цвет свечения	Авиационный красный			
Режим свечения	Постоянный			
Срок службы	более 100 000 часов непрерывного функционирования			
Класс защиты	IP 66	IP 68	IP 66	IP 68

Таким образом, предложенная система световой маркировки способна в полностью автономном режиме оповещать воздушные суда о нахождении вблизи ЛЭП, что позволяет обеспечить бесперебойность электроснабжения, а также значительно повысить безопасность полётов.

Источники

1. Бахарев, В.В. "Оценка эффективности применения систем световой маркировки линий электропередач" // Электроэнергетика и энергосбережение. - 2015. - №2. - С. 71-77.

2. Вениаминов, Д.С. "Технические требования и нормы для систем световой маркировки линий электропередач" // Электротехника и электромеханика. - 2014. - №5. - С. 47-53.

3. Хабибуллин, Р. М. Мониторинг линий воздушных линий электропередачи / Р. М. Хабибуллин, О. В. Воркунов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 277-281.

4. Дьячков, В.Н. "Проектирование и эксплуатация систем световой маркировки линий электропередач" // Электричество. - 2019. - №6. - С. 36-41.

5. Неганов, Е.А. "Анализ применимости светодиодных светильников в системах световой маркировки линий электропередач" // Электротехника и электромеханика. - 2015. - №3. - С. 43-49.

6. Полянский, Д.А. "Процесс проектирования систем световой маркировки линий электропередач" // Инженерные вести. - 2018. - №4. - С. 71-77.

7. Хузяшев, Р. Г. Моделирование переходных сигналов при коммутациях в линиях электропередач / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев //

Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 31-36.

МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОНЛАЙН-ХРОМАТОГРАФИИ

Рахманкулов Ш.Ф.¹, Гарифуллин М.Ш.², Галиев И.Ф.³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹shamil74000@mail.ru, ²g_marsels@mail.ru, ³galievi.f@list.ru

В данной статье представлена архитектурная концепция системы, разработанной для взаимодействия с базой данных и создания экспертной системы для диагностики силового электрооборудования. Основное внимание уделено использованию виртуализации для обеспечения надежности и устойчивости системы. Авторы также описывают процесс ETL (Extract-Transform-Load) и механизм взаимодействия с данными, включая разделение данных на сырые, размерные и фактические данные. Статья подчеркивает важность фреймворка Airflow в обработке данных и доступе через API, что обеспечивает анализ и использование данных в моделях искусственного интеллекта и других приложениях.

Ключевые слова: Архитектура системы, Виртуализация, ETL процесс, Разделение данных, API доступ, ХАРГ

Хроматографический анализ растворенных в масле газов (ХАРГ) продолжает оставаться одним из наиболее информативных инструментов раннего выявления дефектов в трансформаторном маслонаполненном электрооборудовании. Дальнейшее повышение эффективности ХАРГ предполагает широкое использование современных систем онлайн мониторинга и адекватной интерпретации результатов такого вида анализа. Для этого мы создаем и проектируем инфраструктуру такого приложения, как для взаимодействия с точки зрения обработки, так и отказоустойчивости ее на будущих объектах, таких как диспетчерские центры или технологические отделы тех или иных филиалов электросетевых компаний [1].

Для общения с создаваемой базой и впоследствии с разработкой собственного приложения, так называемой экспертной системы, будет использоваться технология виртуализации для поддержания инстанса. Ниже на рисунке 1 показана архитектура общения конечного пользователя приложения с исходной базой данных[2].

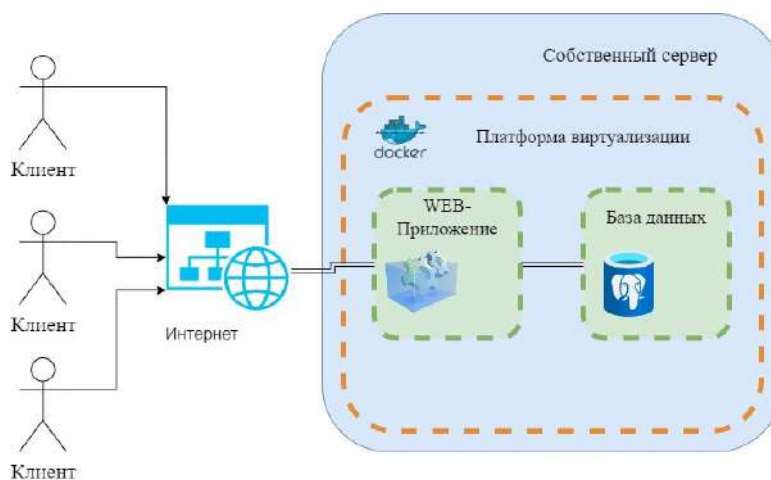


Рис. 1. Архитектура для итогового приложения

На нашем собственном сервере будет запущена виртуальная машина, на которой будет работать web-приложение (на первом этапе для общения с БД это будет Pgadmin (встроенная утилита), а также виртуальная машина с собственной базой данных (репликой ее физического кластера, для устойчивого доступа). Так называемые пользователи или клиенты будут иметь доступ к данному приложению и взаимодействовать с БД в зависимости от их роли в данном проекте, будь то запись дополнение существующих таблиц, выгрузка или их дополнение. Для построения отказоустойчивых решений необходимо провести настройку и деплоймент самой базы (репликация и распределение нагрузки) и построение процесса ETL (Extract-Transform-Load), т. е. процесса поступления и обработки потока данных для нашего приложения[3].

Далее опишем механизм взаимодействия непосредственно с данными, которые необходимы будут для работы приложения (построение ETL процесса и ему обратного). Общая архитектура представлена на рисунке 2.

Внутри фреймворка Airflow будет 2 потока входящих данных (офлайн и онлайн) они будут обрабатываться и экстрагироваться двумя скриптами на языке python. После чего сырые данные будут загружаться в одну из таблиц в рамках БД, которая будет иметь условное название «Сырые данные», по аналогии со Staging Data. Далее возвращаясь в рамку фреймворка данные будут делиться на две таблицы «Размерные данные» и «Фактические данные». Таблица «Фактические данные» является первичной таблицей в размерной модели. Далее при помощи API для Пользователя уже достается необходимый запрос по его желанию или необходимый для его работы в текущий момент (например, при мониторинговом инструменте)[4].

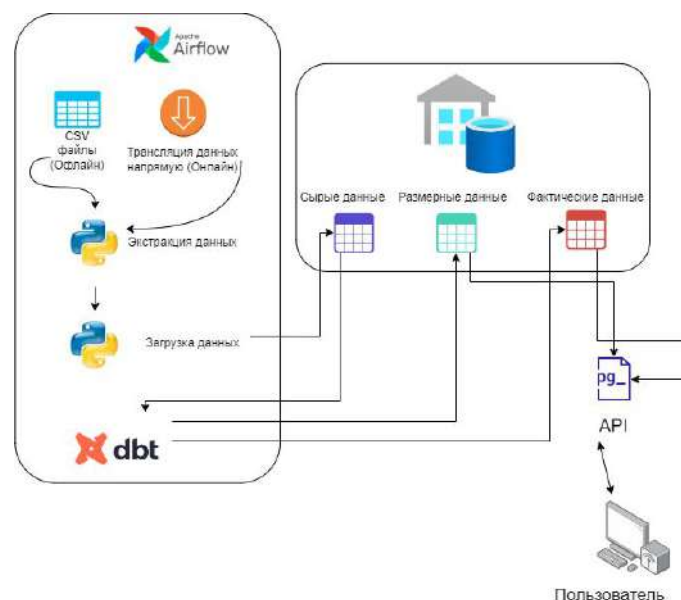


Рис. 2. Архитектура ETL процесса

Имея полную раскладку в нашей СУБД, мы можем извлекать данные из любых источников информации, будь то собственная база на объекте заказчика, или из стороннего ПО для создания моделей искусственного интеллекта, анализа и любых других дальнейших действий с предоставленными данными[5].

Источники

1. Кравченко, Д. А. Микросервисная архитектура / Д. А. Кравченко // Интерактивная наука. – 2022. – № 4(69). – С. 43-44. – DOI 10.21661/г-556565. – EDN TUTAQY.
2. Артамонов, И. В. Показатели производительности микросервисных систем / И. В. Артамонов // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 8(87). – С. 24-33. – EDN XYTGKT.
3. Косов, С. Г. Разработка и тестирование приложений с микросервисной архитектурой / С. Г. Косов, Л. В. Кальянов // Форум молодых ученых. – 2019. – № 4(32). – С. 567-571. – EDN BSHUWM.
4. Pahl, Claus & Jamshidi, Pooyan. (2015). Software Architecture for the Cloud – A Roadmap Towards Control-Theoretic, Model-Based Cloud Architecture. 9278. 10.1007/978-3-319-23727-5.
5. Fatema, Kaniz & Emeakaroha, Vincent & Healy, Philip & Morrison, John & Lynn, Theodore. (2014). A survey of Cloud monitoring tools: Taxonomy, capabilities and objectives. Journal of Parallel and Distributed Computing. 74. 10.1016/j.jpdc.2014.06.007.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619532 Российская Федерация. Программа оптимизации работы трех фазной четырехпроводной электрической сети : № 2022618431 : заявл. 06.05.2022 : опубл. 23.05.2022 / А. М. Маклецов, В. В. Максимов, О. Е. Куракина [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

ГЕНЕРАЦИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ЦЕЛЮ СОХРАНЕНИЯ ЭКОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Рочева Я.О.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г Казань, Россия

Rochewa.yana@yandex.ru

В тезисе описывается важный аспект сохранения экологии при генерации электрической энергии. Современные технологии позволяют существенно снизить энергетические потери во время транспортировки и распределения электричества. Использование высокоэффективных источников энергии, таких как солнечные панели нового поколения или ветрогенераторы с улучшенными характеристиками, позволяет максимально использовать доступные ресурсы и тем самым сократить нагрузку на окружающую среду.

Ключевые слова: экология, электрическая энергия.

В современном мире сохранение экологии становится все более актуальным. Одним из ключевых аспектов этого является генерация и потребление электрической энергии.

В то время как энергия играет важную роль в нашей жизни, она также может иметь значительное влияние на окружающую среду[1]. Поэтому становится необходимым обратить особое внимание на методы, которые способствуют сохранению экологии при генерации и потреблении электрической энергии[2].

Одной из наиболее приоритетных задач является разработка и использование возобновляемых источников энергии.

Солнечная и ветровая энергия, гидроэнергетика, геотермальная и биоэнергетика - все они представляют собой обновляемые способы генерации электричества, которые не только уменьшают негативное воздействие на окружающую среду, но и обладают потенциалом для обеспечения масштабных энергетических потребностей.

Важным аспектом сохранения экологии при генерации электрической энергии является также эффективность и экономичность процесса. Современные технологии позволяют существенно снизить энергетические потери во время транспортировки и распределения электричества.

Использование высокоэффективных источников энергии, таких как солнечные панели нового поколения или ветрогенераторы с улучшенными характеристиками, позволяет максимально использовать доступные ресурсы и

тем самым сократить нагрузку на окружающую среду.

Также стоит обратить внимание на необходимость модернизации существующих электроэнергетических систем.

Внедрение инновационных технологий, таких как умные сети или энергоэффективные приборы, позволяет значительно улучшить эффективность потребления электричества и оптимизировать нагрузку сетей[2]. Это не только способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и создает условия для более устойчивой и надежной работы электросистем.

Необходимо также обращать внимание на повышение осведомленности и образованности населения по вопросам энергосбережения и экологической электроэнергетики[3]. Популяризация среди широкой аудитории знаний о возобновляемых источниках энергии, энергоэффективности и практических методах экологичного потребления электричества имеет большое значение для общественного осознания и содействует развитию экологической культуры[1].

В целом, сохранение экологии в современном мире требует широких масштабов и совместных усилий.

Генерация и потребление электрической энергии становятся ключевым фокусом, поскольку они имеют прямое влияние на состояние окружающей среды. Развитие возобновляемых источников энергии, повышение эффективности процессов и распространение осведомленности - все эти меры помогут строить более экологически устойчивое будущее.

Источники

1. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Рочева Я.О. Влияние экологических и культурных условий на уровень жизни людей / Эффективные системы менеджмента: стабильное качество в нестабильных условиях: материалы X Международного научно-практического форума. Казань, 2023. С. 187-189.

2. Рочева О.А., Шарипова Ф.Р., Шамсемухаметов А.А. Мероприятия по совершенствованию процесса управления благоустройством в городах-миллионниках: зарубежный опыт управления сферой благоустройства муниципальных образований / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы V Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. Казань, 2019. С. 217-222.

3. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Рочева Я.О. Экологическая составляющая качества жизни населения / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. Т. 3. С. 325-328.

4. Зарипова Р.С., Рочева О.А. Разработка системы учета кадров для дорожного предприятия / Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 4-4. С. 108-112.

АСПЕКТЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА СРОК СЛУЖБЫ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Савельева Д.А.¹, Куракина О.Е.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹ saveleva.diana2002@mail.ru, ² Random_jj@mail.ru

Данный тезис затрагивает аспекты, которые оказывают влияние на срок службы воздушных линий при проектировании электрической сети. В тезисе проводится анализ рисков, связанных с установкой опор, выбором проводов и изоляции, а также подчеркивается необходимость регулярного технического обслуживания системы. Авторы освещают основные аспекты по производству и обслуживанию линий электропередач для увеличения долгосрочности использования.

Ключевые слова: воздушные линии, электрическая сеть, изоляция проводов, радиус изгиба проводов, заземление, молниезащита.

Передача электрической энергии одна из значимых задач в электроэнергетике. Для этой цели применяются преимущественно воздушные линии электропередачи, которые являются одним из наиболее уязвимых элементов в электрической сети.

Устойчивость воздушных линий является неотъемлемой частью бесперебойного процесса транспортировки электрической энергии. Нарушение целостности линий или их повреждение может привести к сбоям в энергосистеме и прекращению поставки электроэнергии. Кроме того, возникает риск возгорания или короткого замыкания, что может повлечь негативные последствия для окружающей среды и людей.

Важным аспектом проектирования воздушных линий является выбор материалов и конструкций, которые должны быть прочными, долговечными и устойчивыми к коррозии[1].

В зависимости от условий эксплуатации и мощности системы, необходимо тщательно подобрать провода и изоляцию, чтобы минимизировать риски перегрузки и коррозии. Для этого выбрать материалы, которые соответствуют требованиям стандартов и обеспечивают прочность и легкость[2]. Кроме того, провода должны быть устойчивы к коррозии с помощью специальных проводящих слоев.

Также следует учитывать электрические и тепловые характеристики проводов, чтобы они соответствовали требованиям системы и не приводили к перегрузке или повреждению проводки. Например, при высокой мощности

системы необходимо выбирать провода с большим сечением, чтобы они смогли передать достаточное количество энергии без перегрева.

Изоляция проводов выполняет функцию защиты от коррозии. Она изготавливается из материалов, устойчивых к воздействию влаги, химических веществ и других агрессивных сред. Для определения адекватных проводов и изоляции необходимо учесть такие параметры, как сила тока, напряжение, среда эксплуатации, температура окружающей среды и другие факторы, которые могут повлиять на работу системы.

Требуется, чтобы система воздушной линии электропередачи была разработана и установлена с учетом ее способности справляться с экстремальными погодными условиями и внешними нагрузками, обеспечивая достаточную прочность для выдерживания сильного ветра, снегопадов и других воздействий[3].

Расстояние между опорами зависит от многих факторов, включая прогнозируемые силы ветра, максимальную нагрузку на провода, тип опор и строительные материалы. Высоту подвеса проводов принимают такой, чтобы не возникало контакта проводов с поверхностью земли, строениями или деревьями. Это гарантирует безопасность для людей и среды.

Радиус изгиба проводов имеет существенное значение. Превышение допустимого радиуса изгиба может повредить провода и привести к обрывам. Слишком маленький радиус изгиба может вызвать неправильные электрические свойства проводов или даже поломку. Поэтому при проектировании воздушных линий следует учитывать все эти параметры, чтобы обеспечить исправность работы системы. Это можно сделать с помощью математических моделей, компьютерных программ и расчетов, учитывающих все факторы, связанные с климатическими условиями, типом проводов и другими переменными.

Еще одним фактором можно считать обеспечение надежного заземления и молниезащиты воздушной линии. Во-первых, заземление помогает отводить статическое электричество и лимитирует разницу потенциалов между оборудованием и землей. Это особенно нужно в случаях, когда на воздушной линии проходят мощные токи, такие как грозовые разряды или короткие замыкания. Заземление предотвращает повреждение оборудования и устройств, связанных с линией, защищая их от перенапряжения и электростатической нагрузки. Во-вторых, надежное заземление воздушной линии обеспечивает безопасность персонала, работающего на линии.

Молниезащита предотвращает молнийные разряды от повреждения оборудования и систем, установленных на линии. Они обеспечивают эффективное отвод электричества, создавая путь наименьшего сопротивления для молнии, и направляют ее дальше от линии. Это исключает возможные повреждения.

Соблюдение регулярного технического обслуживания является важным фактором для обеспечения длительного срока службы воздушной линии электропередачи. В процессе технического обслуживания проводятся различные операции, включающие инспекции, чистку, проведение механических испытаний и замену неисправных элементов[4]. Эти меры помогают предотвратить возможные сбои системы и уменьшить вероятность рисков.

Разработка воздушных линий электропередачи - это сложный этап, который требует тщательного анализа и принятия во внимание всех возможных потенциальных рисков. Установка прочных опор, правильный выбор проводов и материалов для изоляции, а также регулярное проведение технического обслуживания, способствуют минимизации данных рисков и гарантируют долгосрочную эксплуатацию системы.

Источники

1. Крюков К.П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи/ К.П. Крюков, Б.Н. Новгородцев – Ленинград: Энергия, 1979. – 312 с.

2. Правила устройства электроустановок. Издание 7. – Утвержден приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.

3. Бекмансурова, Р. Н. Борьба с обледенением проводов воздушных линий электропередачи / Р. Н. Бекмансурова, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 9-12.

4. Сафиуллин, Б. М. Методы контроля воздушных линий электропередачи / Б. М. Сафиуллин, Н. В. Фатхелисламов, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 50-52.

5. Хузяшев, Р. Г. Моделирование переходных сигналов при коммутациях в линиях электропередач / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 31-36.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЗАМЫКАНИЙ НА КОРПУСЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Воркунов О.В.¹, Саттаров Р.Е.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹vorcunov_oleg@mail.ru, ²dotov291299@gmail.com

В данной статье проведено исследование автоматизированных систем контроля замыканий на корпусе электрооборудования. Рассмотрены и проанализированы технические решения и принципы работы этих систем, приведены примеры производителей. Подчеркивается важность систем и их развития для обеспечения безопасности и надежности электроэнергетических систем, а также возможность использования машинного обучения для адаптации к изменяющимся условиям. Сделан вывод об актуальности систем и необходимости их дальнейшего развития.

Ключевые слова: автоматизированные системы, замыкания на корпус, мониторинг оборудования, безопасность электроэнергетических систем, оптимизация работы.

В современном промышленном производстве электрооборудование играет ключевую роль в обеспечении надежности и безопасности работы систем энергоснабжения. Однако возникновение замыканий на корпусе электрооборудования может привести к серьезным аварийным ситуациям, повышая риск возгорания и повреждения оборудования. Замыкания могут возникнуть по множеству причин. Одна из наиболее распространенных - дефекты в изоляции проводов и компонентов: трещины, повреждения, проколы или обрывы в изоляции, которые могут создать условия для непосредственного контакта проводников или компонентов с корпусом оборудования. Кроме того, агрессивные среды, такие как высокая влажность или химические вещества, могут способствовать коррозии и усугублять изоляционные дефекты. Возникновению замыканий также способствуют: а) перегрузки и короткие замыкания в электрических системах - высокие токи и напряжения, вызванные такими событиями, могут нанести серьезный ущерб изоляции и компонентам; б) физический износ материалов, механические повреждения и окисление контактов; в) ошибки в проектировании и неправильные монтажные работы – неверное расположение компонентов, ошибки в электрических схемах. Недостаточная фиксация проводов также может спровоцировать нештатные ситуации.

Для предупреждения коротких замыканий по вышеперечисленным причинам, обеспечения безопасности и надежности работы электрооборудования разрабатываются системы контроля. С развитием науки и технологий в любой области, в том числе и в энергетике, стремятся к максимальной автоматизации всех процессов, чтобы уменьшить влияние человеческого фактора на работу систем. Итак, современная автоматизированная система контроля возникновения замыканий на корпусе электрооборудования функционирует на основе следующих принципов с использованием передовых технических решений. Она непрерывно мониторит состояние корпусов электрооборудования, используя несколько типов датчиков: а) инфракрасные термографические камеры – контролируют температуру на поверхности корпусов электрооборудования; компании-лидеры в производстве таких датчиков - FLIR, FLUKE, Testo; б) акустические сенсоры - регистрируют звуковые волны, создаваемые частичными или дуговыми разрядами внутри электрооборудования; производители - Siemens, Qualitrol; в) датчики электромагнитного излучения, которые обнаруживают изменения в температуре, звуке и электромагнитных полях и могут свидетельствовать о наличии аномалий; самые известные производители - LEM, CR Magnetics. Сбор данных осуществляют аналоговые и цифровые сенсорные устройства, которые преобразуют данные с датчиков в цифровой формат для дальнейшей обработки. Для передачи данных от датчиков к центральной системе мониторинга используется сетевое оборудование. Собранные данные от датчиков анализируются центральной системой мониторинга для выявления тепловых точек, акустических сигналов и изменения в электромагнитном спектре. Система также классифицирует обнаруженные аномалии и определяет, являются ли они замыканиями или нормальными изменениями. При обнаружении изменений система активирует оповещение операторов и может автоматически предпринимать меры для предотвращения аварий, например отключение оборудования или активация системы пожаротушения. Разработкой и усовершенствованием таких систем занимаются компании АВВ Ability™, Schneider Electric EcoStruxure. Также предоставляется возможность автоматизации процессов контроля и удаленного управления через центральное управляющее устройство. Ведется журнал событий, что позволяет анализировать прошлые инциденты и хранить информацию о всех обнаруженных дефектах и предпринятых действиях. Некоторые системы используют машинное обучение для адаптации к изменяющимся условиям и повышения точности обнаружения неисправностей с течением времени. Для отслеживания и регулировки процессов работы системы создается графический пользовательский интерфейс, который позволяет операторам мониторить состояние системы и предпринимать действия при необходимости.

В заключение, автоматизированные системы контроля замыканий на корпусе электрооборудования представляют собой неотъемлемый компонент современных электроэнергетических систем. Принципы её работы в интеграции с инновационными техническими решениями, перечисленными в статье, объясняют необходимость этой системы не только для обеспечения безопасности работы электрооборудования, но и для увеличения его срока службы и снижения рисков для персонала и окружающей среды. Несомненно, эти системы играют важную роль в снижении рисков и обеспечении стабильности работы электрооборудования и, следовательно, остаются критически важными в современной энергетике.

Источники

1. Э.Н. Фоминич, Е.В. Ревякина, И.В. Колесник, А.А. Тишков. Система контроля состояния электрической изоляции в сетях напряжением до 1000 в с глухозаземленной нейтралью // Вестник СГТУ. - 2018. - № 2 (58). – С. 152-160.
2. И.В. Колесник, А.А. Тишков, В.Н. Панасюк. Создание системы контроля состояния изоляции кабельных сетей на объектах МО РФ // «Военный инженер» Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ». - 2017. - № 5. – С. 40-46.
3. А. С. Анучин, Д.М. Шпак, Р. Стжелецки, Г.Л. Демидова. Система контроля состояния изоляции электроприводов в сетях с глухозаземленной нейтралью // Известия вузов. Приборостроение. - 2020. - Т.63, №6. – С. 515 – 521.
4. Tsyokhla I., Griffio A., Wang J. Online Condition Monitoring for Diagnosis and Prognosis of Insulation Degradation of Inverter-Fed Machines // IEEE Transact. on Industrial Electronics. 2019. Vol. 66, is. 10. P. 8126—8135.
5. Zoeller C., Wolbank Th. M., Vogelsberger M. A. Detection and localization of insulation deterioration in tractiondrives based on specific high frequency current response evaluation // 2017 IEEE 1 Ith Intern. Symp. on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives (SDEMPED).2017. P. 486—492.
6. Банникова, В. Ю. Оценка надежности электрооборудования с помощью индекса технического состояния / В. Ю. Банникова, М. Ш.
7. Гарифуллин // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. Том 1. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 7-9.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ГОЛОЛЕДНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ.

Ситдиков К.А.¹, Минкин А.С.²

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹kamil.sitdikov.97@bk.ru, ²cntnur_mn@mail.ru

Рассмотрены два наиболее эффективных метода контроля гололедных отложений на воздушных линиях электропередачи. Первый - локационный метод, суть которого заключается в подаче импульса в линию, определения времени, затраченного на его распространение в прямом и обратном направлении и его амплитуды. Второй метод основан на контроле отдельных участков линий электропередачи, которые наиболее подвержены гололедообразованию.

Ключевые слова: гололедные отложения, локационный метод, автоматизированная система контроля гололедной нагрузки.

Гололедные отложения на линиях электропередачи являются серьёзной проблемой, влияющих на надежность функционирования электроэнергетики. Образовавшийся на проводах гололед, оказывает дополнительную механическую нагрузку и может являться причиной тяжелых аварий, связанных с короткими замыканиями, обрывами проводов и тросов, поломкой траверс и опор, также может возникнуть опасность для жизни людей. Толщина гололеда на проводах может в разы увеличить массу провода. Гололедные аварии на воздушных линиях электропередачи являются трудно устранимыми. Такие аварии имеют массовый характер и приносят большой ущерб поставщикам и потребителям электрической энергии, статистика аварийных отключений на объектах энергетики, в том числе по причине гололедообразования составляет порядка 10% [1,2]. Поэтому своевременное обнаружение гололеда и контроль за его изменением позволяет, в случае достижения опасных толщин, принять необходимые меры по устранению этих отложений. Факторами, влияющими на возникновение гололедных отложений на проводах, являются температура воздуха, осадки, влажность воздуха, ветер, высота подвеса проводов, закручивание проводов, диаметр проводов, действие электрического поля, протекание нагрузочного тока.

Существуют различные методы обнаружения гололеда на ВЛ, рассмотрим два наиболее эффективных метода, существующих на данный момент.

Первый метод – это локационный метод обнаружения гололедных отложений на проводах воздушных ЛЭП[3], принцип работы которого, заключается в подаче импульсного сигнала в ВЧ тракт воздушной линии электропередачи, и определения суммарного времени затраченного на его распространение вдоль провода в прямом и обратном направлении после отражения от конца линии или ВЧ заградителя. Локационный метод позволяет определить наличие гололеда на проводах и их количество из сравнения времени распространения сигнала и амплитуд отраженных сигналов при наличии гололеда и при его отсутствии. Затухания локационного сигнала вызваны диэлектрическими потерями энергии электромагнитной волны, которая идет на нагрев слоя гололеда на проводах. При увеличении толщины стенки гололеда, скорость распространения импульса снижается, а его затухание увеличивается.

Преимущества и недостатки локационного метода. К преимуществам относится, простота реализации данного метода, всё оборудование может располагаться на подстанции, не нужно вносить какие-либо изменения в конструкцию воздушных линий, на которых оборудованы ВЧ тракты для технологической связи, релейной защиты и автоматики, и нет необходимости протягивать линии связи и устанавливать дополнительные устройства на воздушные линии. Один локационный комплекс может осуществлять зондирование до 16-ти отходящих от подстанции линий электропередачи. Кроме этого, локационный комплекс позволяет определять место повреждений на линии.

Недостатком этого метода является интегральное определение отложения гололеда по всей зондируемой линии, а гололед может образовываться неодинаково на различных участках линии.

Второй метод основан на локальном контроле гололедной нагрузки – это автоматизированные системы контроля гололедной нагрузки [4]. Принцип работы такой системы заключается в постоянном контроле гололедной нагрузки одного пролета воздушной ЛЭП при помощи различных типов датчиков. Эти системы состоят из пунктов контроля (ПК) и пункта приема. Пункты контроля устанавливаются на опорах ЛЭП и включают в себя датчики нагрузки гололеда на провода ВЛ (тензометрические датчики), датчики температуры провода ВЛ, датчики вскрытия шкафа ПК, метеопосты, включающие в себя датчики температуры и влажности воздуха, датчики направления и скорости ветра и др. Также в ПК может входить и система видеонаблюдения для визуального осмотра. Питание ПК осуществляется при помощи солнечных панелей, устанавливаемых на опорах ВЛ. Пункт приема располагается в помещении оператора системы. Связь между двумя пунктами осуществляется по каналам связи. В качестве каналов связи могут

использоваться радиоканалы в УКВ диапазоне, канал сотовой связи (GSM), волоконно-оптический канал связи, каналы телемеханики.

Преимуществом таких систем является, точное определение опасной гололедной массы на конкретном пролете ВЛ.

Недостатком таких систем является его локальность, т.к. определяется состояние провода только в пролетах, прилегающих к опоре, на которой установлено устройство. Для увеличения достоверности контроля необходимо увеличивать количество таких устройств, что увеличивает затраты.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что на участках наиболее подверженных гололёдообразованию используется точечный метод контроля между опорами, однако этот метод не позволяет контролировать всю длину ЛЭП. Но существует также метод локационного зондирования, который как раз позволяет следить за всей длиной ЛЭП. Совместное использование локальных и интегральных методов обнаружения гололедных отложений позволит своевременно принять меры по удалению гололеда имеющимся средствами, тем самым повысить надежность воздушных линий электропередачи.

Источники

1. Минуллин, Р.Г. Локационный мониторинг гололеда и повреждений на линиях электропередачи: монография/Р.Г. Минуллин.– Казань: КГЭУ, 2022.– 439 с.

2. Ратушняк, В.С. Статистический анализ аварийных отключений электроэнергии из-за гололедообразования на проводах ЛЭП на территории РФ / В.С. Ратушняк , В.С. Ратушняк, Е.С.Ильин, О.Ю.Вахрушева - URL:https://mnv.irgups.ru/sites/default/files/articles_pdf_files/statisticheskiy_analiz_avariynyh_ratushnyak_vs.pdf. – Текст: электронный.

3. Минуллин, Р.Г. Программно-аппаратные комплексы локационного мониторинга воздушных линий электропередачи / Р.Г. Минуллин , В.А. Касимов., А.С. Минкин, Ю.В. Писковацкий, Т.К. Филимонова // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике. Материалы XIII всероссийской научно-технической конференции. – Чебоксары, 2022. С. 271-274.

4. Дьяков, А.Ф. Информационная система контроля гололедообразования на воздушных линиях электропередачи / А.Ф. Дьяков, И.И. Левченко, А.С. Засыпкин [и др.] // Энергетик.–2005.–№11.–С. 20–25.

5. Муратаева, Г.А. Мероприятия по диагностике кабельной линии 6-10 кВ / Г.А. Муратаева , Ф.В. Сахаров // Современные тенденции развития науки

и мирового сообщества в эпоху цифровизации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Москва, 30 июня 2022 года / Редколлегия: Бабаева З.Ш. [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 74-79. – EDN MDZILH.

6. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гиззатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СХЕМЫ ВЫДАЧИ МОЩНОСТИ ГАЗО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ МИНИ-ТЭС В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ PSCAD

Смирнов Д.А.¹, Фомин К. Д.², Ефимов В. А.³, Галиев И. Ф.⁴, Гарифуллин М. Ш.⁵
^{1,2, 4,5} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан, ³ ООО 1VAT.RU
¹99daniil1999@mail.ru, ²kirill_fomin_99@inbox.ru, ³vat@1vat.ru, ⁴galievi.f@list.ru,
⁵g_marsels@mail.ru

Энергоустановки (ЭУ) распределенной генераций (РГ) широко внедряются в схемы распределительных сетей (РС), что приводит к подключению в схемы выдачи мощности (СВМ) и РС нового инновационного оборудования. Это ведет к перераспределению потоков электроэнергии (ЭЭ) в прилегающей сети, обуславливает необходимость оптимизации ее режима и дополнительной проверки коммутационной способности аппаратуры.

Ключевые слова: графики нагрузок, распределённая генерация, газо-двигательные установки, модель схемы выдачи мощности, мини-ТЭС.

Цель проводимых исследований состоит в изучении материалов производителей ЭУ мини-ТЭС (МТЭС), в детальной проработке принципов формирования комплекса оборудования МТЭС под конкретного потребителя [1], с учетом графиков суточного и сезонного теплового и электрического потребления. При этом необходимо решить нижеследующие задачи:

1. Провести анализ суточных графиков нагрузок потребителей, выбор оптимального числа, единичной мощности и конструктивного исполнения наиболее эффективных генерирующих ЭУ современных производителей.

2. Разработать методику выбора всего комплекса оборудования СВМ МТЭС, включая тип, мощность, структуру установок накопителей с двойным преобразованием ЭЭ, по критерию эффективности вложений на единицу мощности.

3. Разработать адаптивные модели СВМ и прилегающей РС для оценки эффективности МТЭС по критериям надежности, коммутационной способности и ресурса аппаратуры, снижения потерь ЭЭ в прилегающей РС и обеспечения нормативных уровней напряжения в точках ее отпуска[2].

На рис. 1 приведены совмещенные графики активной мощности, генерируемой МТЭС (собственная генерация) и одновременно потребляемой из внешней сети реальным промышленным объектом (представлен шестичасовой срез суточного графика).

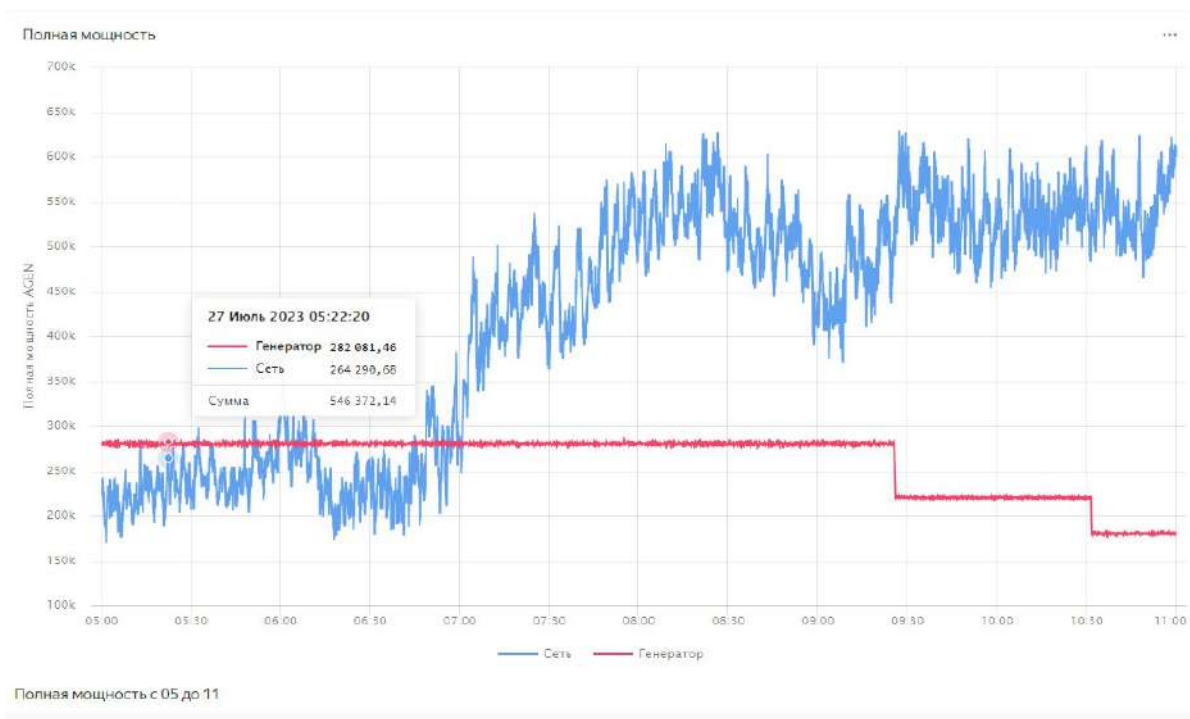


Рис.1. Шестичасовой срез графика потребления от сети (синий) и генерации (красный).

ЭУ МТЭС, являясь объектами РГ, работают по заранее заложенному и, очевидно, не оптимальному графику загрузки. Пример демонстрирует наглядно проблему низкой эффективности ЗУ. Решению этой проблемы в значительной мере способствует разработка моделей режимов СВМ в соответствующих программных комплексах. В данной работе для расчета режимов использовался программный комплекс PSCAD. На рис. 2 представлена принципиальная схема СВМ газо-двигательной ЭУ (а) и разработанная модель в среде PSCAD (b), позволяющая моделировать установившиеся и переходные режимы работы СВМ в РС.

Элементы СВМ: ГДУ — газо-двигательная ЭУ; В1 — автоматический выключатель; Трансформатор 35/0,69 — повышающий трансформатор на КТП 35/0,69 кВ; В2 — выключатель на КТП 35/0,69 кВ; В3 — выключатель на ЗРУ 35 кВ. Тр 110/35 кВ — повышающий трансформатор на ОРУ-110 кВ.

На рис. 3 представлены результаты моделирования режима КЗ на стороне 35 кВ силового трансформатора. Длительность работы модели составила 10 секунд. Для моделирования применяется частотно-зависимый метод расчета, отражающий частотную зависимость элементов модели. Максимальное значение тока трехфазного КЗ составило $i_{y0} \approx 8,4 \text{ кА}$, что сопоставимо со значениями, полученными с реальных объектов.

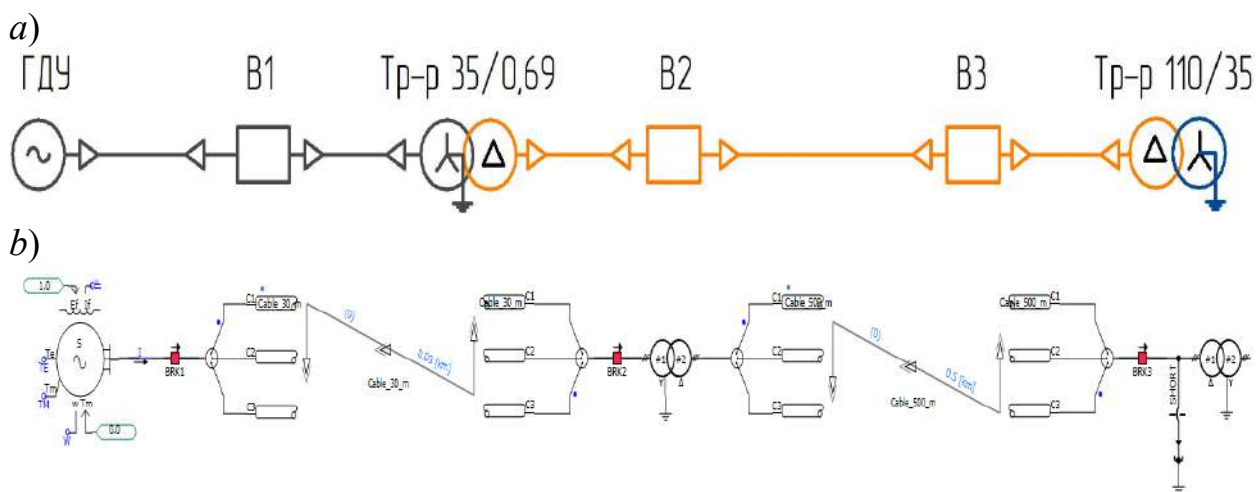


Рис.2. СВМ газо-двигательной ЭУ
a – принципиальная схема; *b* – модель в PSCAD)

Результатом проводимой работы будет являться методика формирования СВМ МТЭС и ее адекватная модель в РС, которая позволит моделировать режимы сети и реальных фидеров в локации подключения генерирующих и накопительных установок; производить оценку эффективности комплекса проводимых мероприятий с учетом мест подключения секционирующей аппаратуры [3].

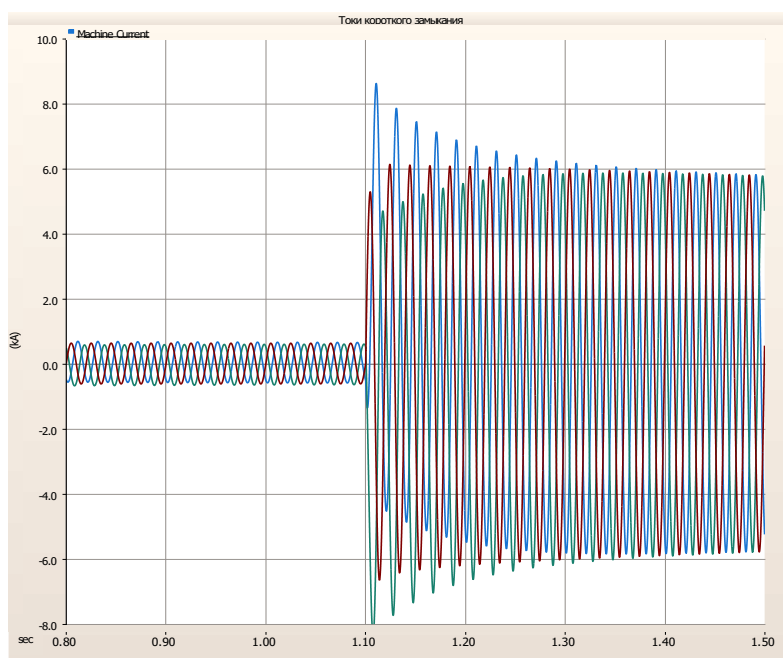


Рис. 3. Токи при коротком замыкании на стороне 35 кВ трансформатора 35/110

Источники

1. М.С. Волкова "Особенности схем выдачи мощности объектов распределенной генерации", рубрика "Распределенная генерация", журнал «Энергоэксперт» № 5, 2015 г. – С. 4.

2. Методика ранжирования эффективности мероприятий по реконструкции и модернизации участков распределительной сети / Ш. Р. Яхин, И. Ф. Галиев, А. Р. Гизатуллин, А. М. Маклецов // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года / Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 370-373.

3. I. F. Galiev, R. Y. Shamil, A. M. Makletsov, R. I. Galiev, "Development of Methods to optimize the Number and Places of Installation of Active-Adaptive Sectionalizing Elements with an Assessment of the Effectiveness of Measures in the Distribution Network," 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Magnitogorsk, Russian Federation, 2022, pp. 445-452, doi: 10.1109/UralCon54942.2022.9906627.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВ РПН СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Стрельников А.В. ¹, Шагалиев Р.И. ², Брызгалов Д.А. ³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹shagaliievx@gmail.com, ²danilbryzgalov64@gmail.com, ³sasha_strelnikov7654@mail.ru

Науч. рук. доцент Муратаева Г.А.

В тезисе рассматривается актуальная проблема контроля состояния устройств РПН в силовых трансформаторах. РПН играют ключевую роль в регулировании уровня напряжения, обеспечении эффективной передачи электроэнергии и минимизации потерь энергии в электрических сетях. Однако их правильное функционирование имеет первостепенное значение, а возможность мониторинга их состояния в реальном времени необходима для повышения надежности и экономической эффективности энергосистем. В данной тезисе представлены современные методы контроля состояния устройств РПН в силовых трансформаторах и подчеркнута их экономическая значимость, что позволяет снизить затраты на обслуживание и время простоя, обеспечивая оптимальную работу трансформатора.

Ключевые слова: РПН, методы контроля, мониторинг, трансформатор, затраты.

Силовые трансформаторы являются незаменимыми компонентами электрических сетей, обеспечивающими передачу и распределение электроэнергии. В этих трансформаторах устройства РПН играют важную роль в поддержании уровня напряжения и оптимизации эффективности передачи энергии. Надежная работа РПН является ключевым фактором для обеспечения непрерывного и эффективного функционирования энергосистем.

Тем не менее, силовые трансформаторы и их обмотки подвержены старению, износу и различным видам нагрузок. Со временем эти факторы могут привести к ухудшению состояния устройств РПН, что в свою очередь может привести к сбоям в работе, а в тяжелых случаях - к выходу трансформатора из строя. Традиционная практика технического обслуживания силовых трансформаторов и РПН часто предполагает проведение периодических проверок и капитальных ремонтов[1]. Такая практика требует больших затрат ресурсов и не всегда позволяет выявить ранние признаки износа, что может привести к неожиданным отключениям и значительным экономическим потерям. В связи с этим существует острая необходимость в комплексном мониторинге состояния для прогнозирования и предотвращения отказов РПН в силовых трансформаторах.

Для решения проблемы контроля состояния РПН в силовых трансформаторах в последние годы появились современные методы, использующие передовые технологии. Эти методы обладают как научной новизной, так и экономической выгодой:

1. Анализ растворенных газов (АРГ): АРГ — это хорошо зарекомендовавший себя метод контроля состояния силовых трансформаторов, включая РПН. Он предполагает анализ газов, растворенных в трансформаторном масле, что позволяет получить ценную информацию о зарождающихся неисправностях. Определяя концентрацию определенных газов, АРГ позволяет выявить такие проблемы, как перегрев, дуга и разрушение изоляции. Раннее обнаружение позволяет своевременно провести техническое обслуживание или замену, предотвратить обширные повреждения и снизить затраты на ремонт.

2. Контроль частичных разрядов (ЧР): мониторинг ЧР — это современный метод, направленный на выявление локальных электрических разрядов в изоляции силовых трансформаторов, в том числе и РПН. Эти разряды, оставленные без внимания, могут привести к разрушению изоляции и последующему выходу из строя РПН[2]. Системы мониторинга ЧР с помощью датчиков обнаруживают и анализируют события, связанные с разрядами, что позволяет проводить профилактическое обслуживание с учетом степени и частоты возникновения ЧР. Устранение проблем на ранней стадии позволяет минимизировать затраты на ремонт и избежать незапланированных простоев.

3. Дистанционный мониторинг: интеграция технологии дистанционного мониторинга с силовыми трансформаторами и их устройствами РПН позволяет осуществлять непрерывный дистанционный мониторинг их состояния. Датчики и платформы анализа данных в режиме реального времени собирают эксплуатационные данные, такие как температура, вибрация и колебания нагрузки. Эти данные могут быть проанализированы для точного прогнозирования необходимости технического обслуживания. Своевременное вмешательство на основе полученных данных позволяет снизить затраты на обслуживание и повысить общую экономическую эффективность системы силовых трансформаторов.

В заключение следует отметить, что мониторинг состояния устройств РПН в силовых трансформаторах необходим для обеспечения надежности и экономической эффективности электрических сетей. Современные методы, такие как анализ растворенных газов, мониторинг частичных разрядов и дистанционный мониторинг, обладают научной новизной, позволяя получать точную информацию о состоянии РПН в силовых трансформаторах в режиме реального времени.

Внедрение этих передовых методов позволяет энергокомпаниям значительно снизить затраты на техническое обслуживание за счет своевременного вмешательства, предотвратить незапланированные простои, продлить срок службы трансформаторов и оптимизировать передачу электроэнергии. Это не только повышает экономические показатели энергосистемы, но и способствует устойчивости и надежности электрических сетей в условиях растущего спроса и эксплуатационных проблем.

Признание важности мониторинга состояния устройств РПН в силовых трансформаторах и инвестирование в эти современные методы соответствует меняющемуся ландшафту энергосистем и обеспечивает их постоянную надежность и эффективность в ближайшие годы.

Источники

1. Сабитов, А. Х. Диагностика технического состояния силовых трансформаторов напряжением 110 КВ / А. Х. Сабитов, Р. Р. Загрутдинов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 07 апреля 2021 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 83-85.

2. Феоктистов, Д. И. Контроль неисправностей силового трансформатора 110/10 кВ / Д. И. Феоктистов, О. В. Воркунов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2022. – № 6. – С. 17-20.

3. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 27–28 октября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь; Министерство науки и высшего образования РФ; Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

4. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин, Ю. К. Ильясова [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3-1(71). – С. 33-37.

6. Влияние твердых частиц, дисперсно-коллоидных структур и других неоднородностей на цвет трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина,

Ю. К. Ильясова, В. К. Козлов, Э. М. Садыков // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 2-2(70). – С. 64-68.

7. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гиззатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Субханова А.М.¹, Куракина О.Е.¹

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

¹alina8sub@gmail.com, ²Random_jj@mail.ru

В связи с развитием возобновляемых источников энергии и ростом числа распределительных систем с малой генерацией, проблемы, связанные с регулированием напряжения, становятся все более актуальными. В статье рассматриваются основные причины возникновения проблем с напряжением, их особенности и предлагается метод их решения.

Ключевые слова: малая генерация, распределительные сети, регулирование напряжения.

При распределенной генерации появляется возможность более эффективно использовать локальные энергетические ресурсы. В концепцию распределенной генерации логично и хорошо вписывается распределенный характер энергии возобновляемых источников энергии[1].

Распределительные сети с малой генерацией включают в себя системы, в которых происходит производство электроэнергии на маломасштабных объектах, таких как солнечные и ветровые электростанции, микро-турбины, генераторы на основе биомассы и другие. Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются такие сети, является нестабильность напряжения.

Регулирование напряжения в распределительных сетях с малой генерацией имеет свои особенности. Вот некоторые из них:

1. Изменчивость источников энергии.

Малые генераторы, такие как солнечные панели и ветрогенераторы, обычно производят энергию, которая подвержена изменчивости в зависимости от погодных условий и времени суток. Это может привести к колебаниям напряжения в распределительной сети. Регулирование напряжения в таких условиях должно учитывать эту изменчивость и обеспечивать стабильность напряжения в сети[2].

2. Неравномерное распределение мощности.

В распределительных сетях с малой генерацией мощность может быть неравномерно распределена между различными источниками энергии. Неконтролируемый расход энергии или неравномерная загрузка могут привести к перенапряжениям или падению напряжения в определенных

участках сети. Регулирование напряжения должно учесть эту неравномерность распределения мощности и обеспечивать равномерное и оптимальное распределение напряжения во всей сети[3].

3. Децентрализованность.

В сетях малой генерации есть несколько источников энергии, которые могут работать независимо друг от друга. Регулирование напряжения должно учитывать эту децентрализацию и быть гибким для адаптации к изменениям в сети. Каждый источник энергии может иметь свою собственную систему регулирования, и важно обеспечить их согласованное взаимодействие и координацию для достижения стабильного напряжения во всей сети.

4. Технические ограничения.

В распределительной сети с малой генерацией могут возникать технические ограничения, связанные с напряжением, пропускной способностью и другими параметрами. Регулирование напряжения должно учитывать эти ограничения и принимать решения, которые не превышают пределы безопасной работы системы.

5. Реакция на отказы.

В случае отказа источника энергии или других компонентов распределительной сети, регулирование напряжения должно быть способно быстро адаптироваться и перераспределять мощность, чтобы предотвратить перегрузку или падение напряжения в других частях сети.

Регулирование напряжения в распределительных сетях с малой генерацией представляет собой сложную задачу, требующую специализированных алгоритмов, которые учитывают изменчивость и различные факторы. Мультиагентный децентрализованный подход может помочь в решении этих задач, обеспечивая эффективное и надежное регулирование напряжения в таких сетях.

Мультиагентное децентрализованное регулирование напряжения основано на использовании нескольких агентов, размещенных в сети, которые взаимодействуют и совместно принимают решения. Каждый агент имеет локальную информацию о процессе и может принимать решения о регулировании напряжения в своем регионе[4,5].

Классическая мультиагентная система для распределительных сетей включает управляющего агента, агента генерации, агента потребителя и базу данных. (см. рисунок) Каждый агент имеет свои цели и обязанности, и все агенты работают в направлении достижения общей цели поддержания качества энергоснабжения и надежности сети.

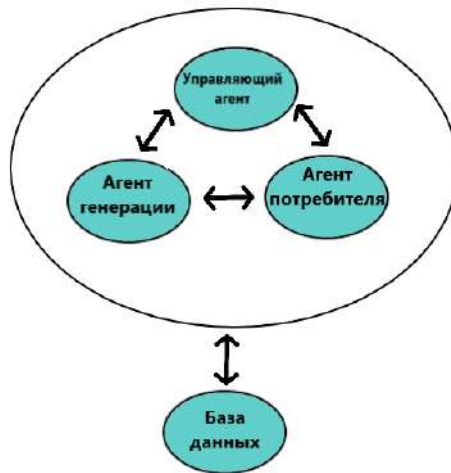


Рис. Архитектура мультиагентной системы

Регулирование напряжения в таких сетях является сложной задачей из-за изменчивости источников энергии и ограничений сети. Однако, с использованием методов децентрализованного мультиагентного регулирования напряжения можно достичь стабильности напряжения и эффективного управления электроэнергией. Дальнейшие исследования в этой области помогут разработать более точные и эффективные методы регулирования напряжения в распределительных сетях с малой генерацией.

Источники

1. Гончуков В. В., Горнштейн В. М., Крумм Л. А. и др. Автоматизация управления энергообъединениями. Под ред. С. А. Совалова. М. Энергия. 1979г.
2. Герасимов С.Е., А.Г.Меркурьев Регулирование напряжения в распределительных сетях. С-Пб., Центр подготовки кадров СЗФ АО «ГВЦ Энергетики» 1998 г.
3. Мавляветдинов, А. А. Снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях / А. А. Мавляветдинов, Д. М. Валиуллина // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2022. – С. 162-164.
4. Карджаубаев, Н. А. Мультиагентное регулирование напряжения в электрических сетях// Электроэнергетика глазами молодежи-2016: материалы междунар. науч.-техн. конф., 19–23 сент. 2016 г., Казань: в 3 т. – Казань : Казань. гос. энерг. ун-т, 2016. - Т. 3. – С. 222-225.

5. Варенов, А. А. Использование компонентов автоматизированного проектирования при разработке релейной системы регулирования напряжения / А. А. Варенов, В. В. Максимов, О. В. Воркунов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 224-226.

6. Тарифы на электроэнергию как стимулирующий фактор развития распределенной генерации в России / М. Ш. Гарифуллин, С. О. Каминский, М. И. Лашманова, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 81-96.

МОБИЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ, ИХ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Субханова А.М.¹, Куракина О.Е.¹

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹alina8sub@gmail.com, ²Random_jj@mail.ru

В настоящее время, из-за довольно быстрого развития технологий, все более важными и востребованными становятся мобильные трансформаторы. Эти устройства являются инновационным решением, гарантирующим стабильность электроснабжения в различных условиях. В данной статье будет рассмотрено использование мобильных трансформаторов, их технические характеристики, преимущества и будущие перспективы развития.

Ключевые слова: мобильный трансформатор, подстанция, бесперебойное энергообеспечение

Достаточно важным аспектом обеспечения стабильности энергосистемы в стране является не только надежное распределение электроэнергии и быстрое восстановление электроснабжения поврежденных участков, но и бесперебойное производство электроэнергии с минимальными потерями[1].

Если в определенных районах требуется электричество, то возможно воспользоваться несколькими простыми способами: подключение к резервному источнику питания, переключение на соседние сети или использование небольших мобильных групп однофазных трансформаторов мощностью до 25-40 МВА (см. рисунок 1)[2].

Однако если имеются повреждения в блочных трансформаторах или автотрансформаторах более высокой мощности, то восстановление производства может стать довольно большой проблемой. На процесс изготовления нового трансформатора может потребоваться от 4 до 6 месяцев, а транспортировка, сборка и ввод в эксплуатацию готового трансформатора может занять еще несколько недель. Для повышения устойчивости сети предлагается стратегия реагирования, основанная на использовании мобильных групп однофазных трансформаторов. Такие трансформаторы могут быть установлены всего за несколько дней и смогут обеспечить непрерывную подачу электроэнергии до тех пор, не будет произведена замена поврежденного устройства[3].



Рис. Мобильный трансформатор

Специальные трансформаторы для мобильных модульных подстанций используются для работы в сетях с различными напряжениями на стороне низкого напряжения и в разных климатических условиях. Они обладают уникальным свойством, которое позволяет менять рабочее напряжения на стороне низкого напряжения без необходимости сложных манипуляций. Достаточно просто перевести ручку привода ПБВ в соответствующее положение[4]. Мобильные трансформаторы просты в установке и могут быть подключены как к высоковольтным воздушным линиям, так и к кабельным. Одним из производителей данных типов трансформаторов является компания «Воронежский Трансформатор», его инженеры разработали оборудование, которое является максимально легким и компактным, и может транспортироваться на стандартных автомобильных и железнодорожных платформах.

Одним из наиболее распространенных областей применений мобильных трансформаторов является их использование на строительных площадках. Во время строительства может понадобиться временное подключение к электрической сети для питания инструментов и оборудования. Мобильные трансформаторы в таких случаях могут предоставить необходимую мощность и энергию, обеспечивая бесперебойную работу.

Еще одной сферами применения мобильных трансформаторов являются большие культурно-массовые мероприятия на открытом воздухе, например, фестивали, концерты и спортивные соревнования. Организация таких мероприятий требует большого количества электроэнергии для освещения, подачи звука, питания различной техники. Мобильные трансформаторы обладают достаточной мощностью, чтобы предоставить всю необходимую энергию, необходимую для успешного проведения события.

В целом, использование мобильных трансформаторов является неотъемлемой частью современного общества, предоставляя электрическую

энергию там, где она наиболее необходима. Они играют важную роль в поддержании нормальной жизнедеятельности в различных сферах и во многих ситуациях, когда без электроэнергии невозможно обеспечить комфорт и безопасность.

Источники

1. Наумов. О.В., Петров Н.С. Потери электроэнергии в распределительных сетях// Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: материалы Международной научно-практ. конф. - М.: ИРОК, 2022. с.106-113.

2. Сошинов А. Г., Атрашенко О. С., Эффективность применения мобильных трансформаторных подстанций. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2019;1.

3. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций: учебн. для студентов учреждений среднего профессионального образования / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – М.: ИЦ «Академия», 2012. – 448 с.

4. Мобильные модульные подстанции [Электронный ресурс] // ПитерЭнергоМаш, 2018. URL: <http://piterenergomash.ru/index.php/energeticheskie-resheniya/mobilnyemodulnye-podstantsii> (дата обращения: 21.09.2023).

5. Козлов, В. К. Исследование электрических характеристик бумажной изоляции трансформаторов / В. К. Козлов, А. Х. Сабитов, А. М. Гарипова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2020. – Т. 76, № 2. – С. 68-71.

6. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых, Могилев, 27–28 октября 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь; Министерство науки и высшего образования РФ; Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет». – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

7. Влияние твердых частиц, дисперсно-коллоидных структур и других неоднородностей на цвет трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Ю. К. Ильясова, В. К. Козлов, Э. М. Садыков // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 2-2(70). – С. 64-68.

8. Визуальное определение параметров качества трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин, Ю. К. Ильясова [и др.] // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 3-1(71). – С. 33-37.

9. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гиззатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ СХЕМЫ ВЫДАЧИ МОЩНОСТИ ГАЗО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ МИНИ-ТЭЦ

Таха М.Э.М.¹, Гиниатуллин Б.И.², Галиев И.Ф.³, Гарифуллин М.Ш.⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

²Giniatullin63@gmail.com

Распределенная генерация широко внедряется в структуру распределительных сетей (РС), привнося в схемы выдачи мощности (СВМ) новые инновационные установки и устройства, приводит к перераспределению потоков электроэнергии (ЭЭ) в РС. Это обуславливает необходимость формирования методик выбора комплекса оборудования, оптимизации режимов прилегающей сети, переноса точек секционирования, дополнительной проверки коммутационной способности аппаратуры и построение эффективной схемы мини-ТЭЦ.

Ключевые слова: графики нагрузок, распределённая генерация, газо-двигательные установки, схема выдачи мощности, накопители электроэнергии,

Применение генерации в комплексе с накопителями энергии позволит не только существенно повысить эффективность использования генерирующего оборудования мини-ТЭЦ, но и приведет к выравниванию суточных графиков нагрузок участков РС, снижению нагрузочных потерь[1].

Цель нашего исследования состоит в изучении материалов современных производителей энергоустановок для мини-ТЭЦ и разработке принципов формирования высокоэффективного комплекса оборудования и СВМ мини-ТЭЦ с выбором накопителей ЭЭ (НЭЭ) под конкретного потребителя с учетом графиков суточного и сезонного теплового и электрического потребления.

Задачи, поставленные в работе нижеследующие:

1. Анализ суточных графиков нагрузок конкретных потребителей для предварительного выбора числа, единичной мощности и конструктивного исполнения генерирующих установок разных производителей, рис.1.

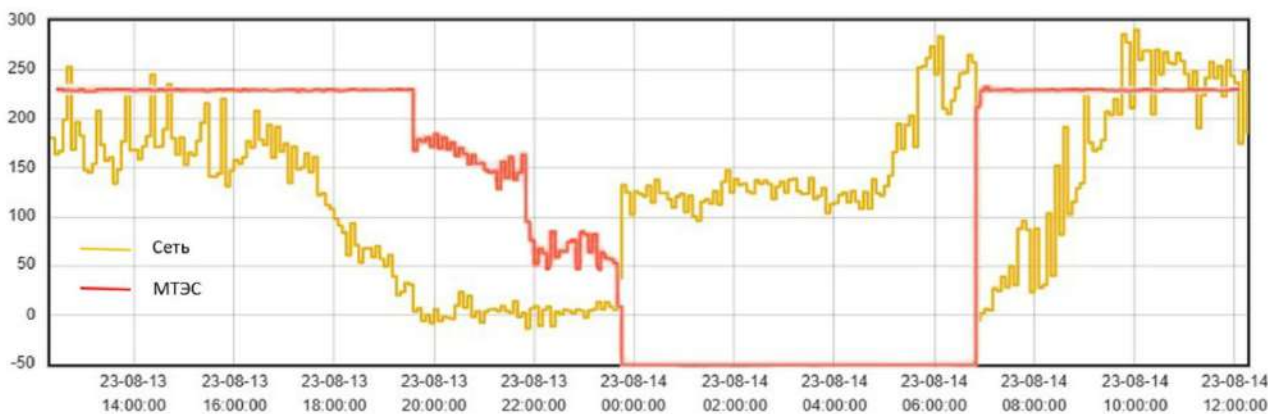


Рис.1. Суточный график потребления от сети (желтый) и генерации(красный).

2. Разработать методику выбора всего комплекса оборудования СВМ мини-ТЭЦ, включая тип, структуру и единичную мощность накопителей ЭЭ по критерию эффективности капиталовложений на единицу мощности.

3. Разработать алгоритмы формирования адаптивных моделей СВМ и прилегающей РС для оценки показателей их эффективности по критериям и свойствам надежности функционирования, коммутационной способности и ресурса аппаратуры, снижения потерь ЭЭ в сети и обеспечения нормативных уровней напряжения в точках ее отпуска[2].

4. Произвести комплексный анализ показателей надежности и эффективности мероприятий на участках РС с учетом подключенных установок ко-генерации и НЭЭ в СВМ.

На рис.2 приведена СВМ мини-ТЭЦ и схема внешней сети. При вводе в эксплуатацию двух генераторов в СВМ производится подключение к обмоткам 35 кВ силового трансформатора подстанции. В данном примере удалось решить две проблемы: энергодефицитности района, и степени загрузки генерирующего оборудования, что является основной проблемой для мини-ТЭЦ на современном этапе развития распределенной генерации.

Результатами работы будет являться методика формирования комплекса оборудования и адекватная модель мини-ТЭЦ в прилегающей сети, которая позволит программными средствами моделировать режимы прилегающей сети и реальных фидеров в локации подключения генерирующих и накопительных установок; производить оценку эффективности комплекса проводимых мероприятий с учетом мест подключения секционирующей аппаратуры[3].

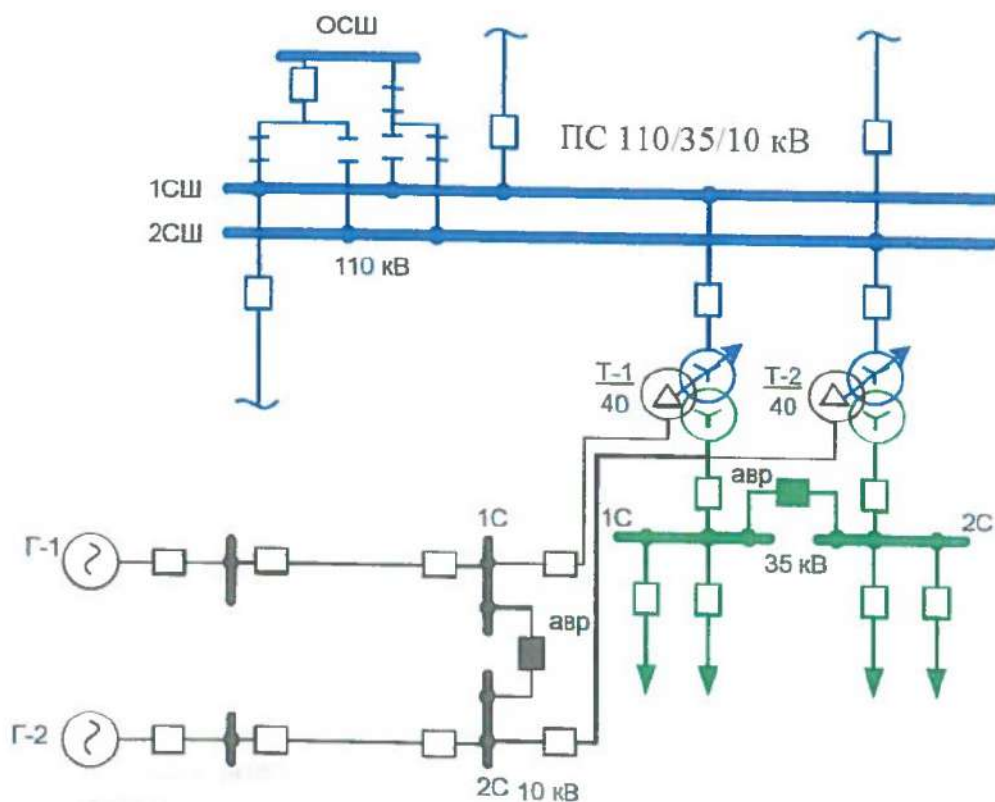


Рис.2. СВМ мини-ТЭЦ и схема внешней сети

Источники

1. М.С. Волкова "Особенности схем выдачи мощности объектов распределенной генерации", рубрика "Распределенная генерация", журнал «Энергоэксперт» № 5, 2015 г. – С. 4.

2. Методика ранжирования эффективности мероприятий по реконструкции и модернизации участков распределительной сети / Ш. Р. Яхин, И. Ф. Галиев, А. Р. Гизатуллин, А. М. Маклецов // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года / Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 370-373.

3. I. F. Galiev, R. Y. Shamil, A. M. Makletsov, R. I. Galiev, "Development of Methods to optimize the Number and Places of Installation of Active-Adaptive Sectionalizing Elements with an Assessment of the Effectiveness of Measures in the Distribution Network," 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Magnitogorsk, Russian Federation, 2022, pp. 445-452, doi: 10.1109/UralCon54942.2022.9906627.

СРАВНЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНИЙ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЙ

Тухфатуллин И. Р.¹, Хузяшев Р.Г.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹iskander.tukhfatullin@mail.ru, ²142892@mail.ru

В тезисе рассматривается формирование сигналов переходного процесса в простейших имитационных моделях линий 10 и 220 кВ с целью имплементации волнового метода определения мест повреждения в линиях среднего класса напряжения. Сравнение осуществляется на основе частотных характеристик линий.

Ключевые слова: сигнал переходного процесса, волновой метод определения места повреждения, PSCAD, скорость распространения бегущей волны, коэффициент затухания.

Комплекс волнового определения места повреждения (ВОМП) основан на регистрации бегущей волны, генерируемой в месте повреждения, на концах линии в единой спутниковой шкале времени. Зная разницу времени прихода в эти концы, мы можем определить место возникновения этого сигнала [1]. С целью модернизации комплекса ВОМП мы изучаем процессы формирования сигналов переходного процесса (СПП).

Мы сравниваем модели линий 10 и 220 кВ по той причине, что на данный момент ВОМП реализован для высокого класса напряжения (110 кВ и выше). Наша конечная цель: применить ВОМП в сетях среднего класса напряжения (6-35 кВ), обеспечивая информационную ценность регистрируемых сигналов.

При СПП частота с промышленной величины возрастает до частот порядка кГц. К частотным характеристикам мы относим параметры, которые зависят от текущего значения частоты. Это погонные параметры линии, постоянная распространения, представленная коэффициентом затухания и скоростью распространения бегущей волны, волновое сопротивление. Рассмотрим зависимость скорости распространения бегущей волны и коэффициента затухания, как наиболее информационно ценных параметров, от частоты согласно формулам из [2] для линий 10 и 220 кВ, параметры воздушных линий которых рассчитывались в пакете PSCAD [3]. В работе [4] рассчитаны частотные характеристики линии 10 кВ при использовании пакета Matlab [5]. Сравним результаты трех моделей линии в единой логарифмической шкале частот. Рассматривались три значения сопротивления земли: 0 Ом*м (R_{31}), 100 Ом*м (R_{32}), 10 кОм*м (R_{33}). Буква P в названии графика

свидетельствует о получении результата с помощью пакета PSCAD; М – с помощью пакета Matlab.

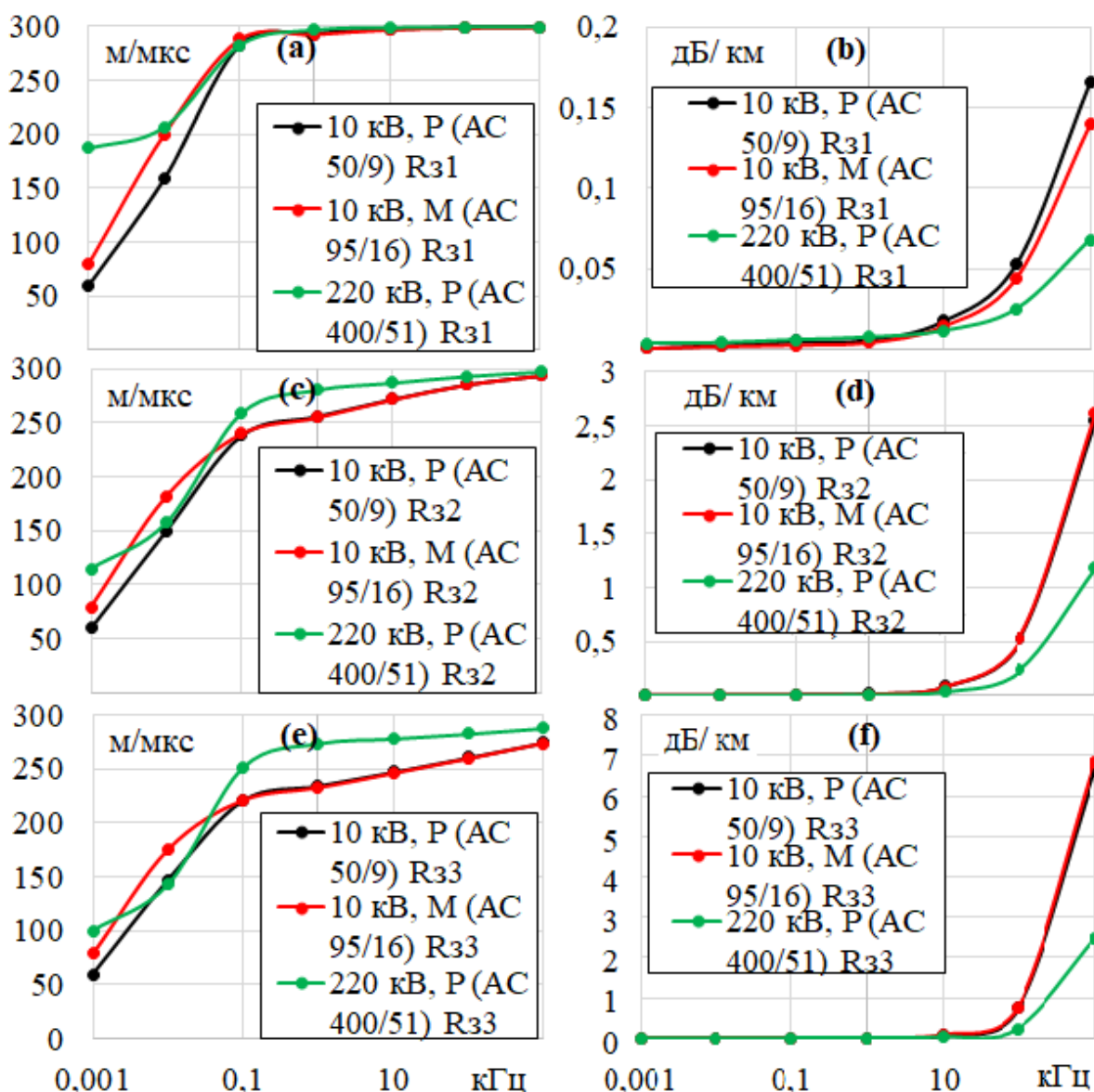


Рис. Зависимость вторичного параметра линии от частоты [Гц] при разных сопротивлениях земли для трех моделей линии. а), с), е) – скорость распространения бегущей волны. б), d), f) – коэффициент затухания.

Меньшее волновое сопротивление линии 220 кВ обуславливает наибольшую скорость распространения бегущей волны и наименьший коэффициент затухания, что показывает эффективность и простоту регистрации СПП волновым комплексом.

Различие математического аппарата пакетов PSCAD и Matlab обуславливает различие скоростей на низких частотах.

Сопrotивление земли обуславливает длительность нарастания величины скорости распространения и рост крутизны переднего фронта кривых коэффициентов затухания.

Частотная зависимость коэффициента затухания указывает на более быстрое ослабление амплитуды высокочастотных составляющих гармонических колебаний, распространяющихся в линии, обладающих более высокой скоростью распространения. Соответственно, с увеличением пройденного расстояния вдоль линии наблюдаемая скорость распространения переднего фронта сигнала уменьшается, т. к. она формируется самыми высокочастотными составляющими в спектре сигнала.

Источники

1. Практическая реализация волнового метода определения места повреждения в разветвленных распределительных электрических сетях 6(10) кВ / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, В. Д. Васильев, С. М. Тукаев // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2019. – № 2(53). – С. 98-107.

2. Шалыт Г. М. Определение мест повреждения в электрических сетях. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 312 с.

3. PSCAD [Электронный ресурс] // URL: <https://www.pscad.com> (дата обращения: 10.09.23).

4. Хузяшев, Р. Г. Исследование изменения временных параметров сигналов переходного процесса при распространении в распределительной сети 6(10) кВ для задачи определения места повреждения волновым методом / Р. Г. Хузяшев, С. М. Тукаев, И. Л. Кузьмин // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2018. – № 6. – С. 5-17. – DOI 10.18635/2071-2219-2018-6-5-17. – EDN YOFTDF.

5. Matlab [Электронный ресурс] // URL: <https://www.mathworks.com> (дата обращения: 02.10.23).

8. Муратаева, Г.А. Мероприятия по диагностике кабельной линии 6-10 кВ / Г.А. Муратаева, Ф.В. Сахаров // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Москва, 30 июня 2022 года / Редколлегия: Бабаева З.Ш. [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 74-79.

ОПТОВОЛОКОННЫЙ ДАТЧИК ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Феоктистов Д.И.¹, Воркунов О.В.²

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹feoktistov.dima@list.ru, ²vorcunov_oleg@mail.ru

Значительное число отказов электрооборудования связано с качеством контактных соединений, которое со временем может ухудшаться вследствие частых коммутаций и прочих дефектов. Поэтому актуальной задачей является разработка методов и средств контроля нагрева соединительных контактов для исключения отказов электроустановок. Особенно важно осуществлять такой контроль для электроустановок среднего и высокого напряжения. В качестве средства контроля рассматривается возможное использование оптоволоконного датчика в системе температурного контроля для измерения температуры соединительных контактов в электроустановках

Ключевые слова: оптоволоконно, соединительные контакты, мониторинг, датчики нагрева, электрический контакт, электрооборудование.

Волоконно-оптические датчики являются эффективным и точным инструментом для измерения температуры нагрева в различных промышленных процессах. Они используются в различных областях, таких как нефтегазовая промышленность, энергетика, металлургия, а также в научных и медицинских исследованиях. В данной статье мы рассмотрим принцип работы волоконно-оптических датчиков, их преимущества перед традиционными термометрами, а также способы применения в различных отраслях промышленности[1].

В настоящее время оптоволоконные датчики рассматривают как зрелую технологию, так как уже существует многообразие реальных предложений на рынке и многочисленные небольшие компаний, обслуживающих эту область. Существует непрерывный интерес к научным исследованиям и разработкам в данной области для удовлетворения появляющихся потребностей.

Оптические волоконные датчики имеют широкое применение в различных областях науки, включая измерения физических, химических, биохимических показателей, радиационных и электромагнитных измерений. В данной статье мы сосредоточимся на том, что считаем главным в научно-исследовательской и коммерческой практике – это измерение физических параметров, в основном температуры[2].

Физическая основа волоконно-оптических измерительных систем заключается в изменении характеристик светопропускания при воздействии температуры на оптические волокна, что ведет к изменению характеристик обратного отраженного сигнала. В системах на основе волоконно-оптических датчиков используется сравнение спектров и интенсивностей исходного лазерного излучения и излучения, рассеянного в обратном направлении после прохождения по волокну для измерения температуры внутри шкафа на электростанциях и подстанциях.

Известно, что на электростанциях, трансформаторных подстанциях контактных соединений является необходимостью. В процессе длительного использования оборудования, ослабляются контакты, возникает переходное сопротивление, за счёт чего возникает нагрев, а впоследствии и перегрев, начинается окисление мест соединения, что ведет к негативным последствиям, авариям и экономическим потерям.

Установка волоконно-оптических датчиков температуры внутри электроустановки выполняется с применением элементов, состоящих из изоляционных материалов, которые способны выдерживать высокое напряжение, а сама система контроля температуры основана на приёме и передаче сигнала по оптическому волокну, обладающему полной пожаробезопасностью[3].

В отличие от традиционной бесконтактной проверки, способ волоконно-оптического измерения температуры подразумевает крепление датчика температуры непосредственно на место, где возможен нагрев. Таким образом, в течение суток в режиме реального времени осуществляется контактный контроль температуры. Отсутствует влияние электромагнитного поля на точность измерений.

Наряду с преимуществами, использование тепловизионных датчиков требует периодических проверочных обходов персоналом электростанций, на это тратятся и время, и силы, и средства, более того это не позволяет своевременно обнаружить скрытые дефекты[4].

В состав волоконно-оптической системы контроля температуры входят датчики температуры и модуль регистрации. Этот модуль обрабатывает данные, полученные от датчиков, фиксирует измерения и выводит информацию для пользователя.

Волоконно-оптическая система контроля температуры работает в режиме реального времени и может контролировать 300 и более точек, снижая затраты на человеческую силу и вероятность ошибок, и предоставляя необходимую информацию для обслуживания и ремонта оборудования[5].

Система контроля температуры силовых элементов в системах энергоснабжения использует волоконно-оптические технологии для получения

реального времени информации о рабочей температуре. Эта система предоставляет информацию о необходимости проведения обслуживания и ремонта. На электростанциях переходят от периодического обслуживания к обслуживанию на основе текущего состояния оборудования в соответствии с требованиями повышения эффективности и снижения затрат в электроэнергетике[6].

Таким образом, система контроля температуры силовых элементов, основанная на волоконно-оптической технологии, имеет потенциал для применения в коммутационных аппаратах высокого напряжения, таких как выключатели, шины, кабельные линии и трансформаторы. Она может быть использована для мониторинга процесса коммутации, контроля качества соединений и состояния контактных групп. Кроме того, она может быть применена в соединительных коробках электроприводов и аналогичных устройствах.

Источники

1. Матюшечкин Н.А., Белов Ю.Г., Болонина А.А., Кочеганов Д.М., Абузяров Т.Х. Волоконно-оптический датчик температуры для систем тепловой защиты электрооборудования. // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2018. Вып. 1. С. 122-129.

2. Беспрозванных В.Г., Вьюжанина А.М. Технология компенсации точностных погрешностей волоконно-оптического датчика температуры. // Инновационная наука. 2020. Вып. 7. С. 7-9.

3. Алькина А.Д., Юрченко А.В., Мехтиев А.Д., Мадии П.Ш., Аймагамбетова Р.Ж. Разработка автоматической системы контроля кабелей с помощью квази-распределенных волоконно-оптических датчиков. // Вестник казанского государственного энергетического университета. 2023. Том 15. С. 125-143.

4. Федотов М.Ю. Особенности создания системы одновременного контроля деформации и температуры композитных конструкций волоконно-оптическими датчиками. // Космические аппараты и технологии. 2023. Том 7. Вып. 1. С. 24-34.

5. Емдиханов, Р. А. Применение информационных систем для решения проблем современности / Р. А. Емдиханов, Р. С. Зарипова // Технологический суверенитет и цифровая трансформация : Международная научно-техническая конференция, Казань, 05 апреля 2023 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 70-72.

6. Закриева, М. С. Автоматизация производства с помощью новых технологий / М. С. Закриева, И. А. Магомедов, Р. С. Зарипова // Экономика:

вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13, № 4-1. – С. 641-646. – DOI 10.34670/AR.2023.91.70.076.

7. Мустахитдинова, Ю. А. Роль облачных вычислений в логистических информационных системах / Ю. А. Мустахитдинова, Р. С. Зарипова // Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения : материалы XI Международной научно-практической конференции, Астана, 16 марта 2023 года. – Астана: Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 2023. – С. 187-189.

ТЕХНОЛОГИЯ ДВОЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Хаертдинова А.И.¹, Максимов В.В.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹adelya.haertdinova@mail.ru

В тезисе описывается технология двойного преобразования энергии для стабилизации напряжения. Выстроенные на базе двойного преобразования энергии онлайн источников бесперебойного питания и инверторные стабилизаторы напряжения считаются наиболее востребованными устройствами на рынке электрооборудования, так как их технические характеристики обеспечивают повышение качества электроэнергии.

Ключевые слова: стабилизация напряжения, двойное преобразование, инвертор, выпрямитель, источник бесперебойного питания, постоянный ток, переменный ток.

Современная технология двойного преобразования энергии – это метод, который используется для обеспечения стабильности электрического напряжения в энергетических системах.

Метод стабилизации напряжения с помощью двойного преобразования энергии онлайн источником бесперебойного питания (далее: ИБП) основан на использовании двух преобразователей, работающих параллельно. Этот метод обеспечивает высокую стабильность и надежность в поддержании постоянного напряжения независимо от изменений входного напряжения и нагрузки[1].

Онлайн ИБП содержит два ключевых компонента: приёмный модуль и инверторный модуль.

Приёмный модуль принимает переменный ток из внешней сети и преобразует его в постоянный ток, который затем заряжает аккумуляторы в ИБП. Этот модуль также отвечает за фильтрацию входного напряжения и подавление помех.

Инверторный модуль используется для преобразования постоянного тока, хранящегося в аккумуляторах, обратно в переменный ток с постоянным напряжением. Этот модуль питает подключенные к ИБП устройства, обеспечивая стабильное напряжение и чистую синусоиду, т.е. генерирует напряжение близкое к сетевому[2].

Основное отличие между инверторным стабилизатором и онлайн ИБП для стабилизации напряжения заключается в их работе и способе обеспечения стабильного напряжения.

Инверторный стабилизатор:

1. Улучшение стабильности энергии: двойное преобразование позволяет стабилизировать энергию, перетекающую между источником постоянного тока и переменного тока. Это позволяет сглаживать пиковые нагрузки и предотвращать потерю энергии.

2. Управляемость: Использование инвертора позволяет легко изменять параметры энергии, такие как частота и напряжение. Это позволяет настраивать и адаптировать систему энергии под различные условия и требования[2].

3. Улучшение эффективности: Двойное преобразование энергии может помочь улучшить энергоэффективность системы. Поскольку инвертор может работать с оптимальным КПД, это позволяет сократить потери энергии и повысить эффективность использования ресурсов[3].

4. Интеграция с возобновляемыми источниками энергии: Инверторы позволяют эффективно интегрировать возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели и ветрогенераторы, в систему энергоснабжения. Это обеспечивает возможность использования экологически чистых источников энергии и снижает зависимость от традиционных, истощающихся ресурсов.

5. Улучшение качества энергии: Использование двойного преобразования энергии может повысить качество энергии, которую получает конечный потребитель. Инверторы могут фильтровать высокочастотные помехи и улучшать форму синусоидального напряжения, что предотвращает нежелательные волновые искажения и повышает стабильность и надежность энергии.

Онлайн ИБП:

1. Постоянное и стабильное напряжение: Онлайн ИБП обеспечивает постоянное и стабильное напряжение на выходе, что делает его идеальным для защиты чувствительных электронных устройств и оборудования, которые могут плохо реагировать на изменения напряжения.

2. Быстрая реакция на скачки напряжения: Онлайн ИБП имеет возможность мгновенно реагировать на скачки напряжения и компенсировать их, что позволяет предотвратить повреждение оборудования.

3. Фильтрация помех: Онлайн ИБП также обеспечивает фильтрацию помех и шумов на линии питания, что позволяет устройствам работать более стабильно и надежно.

4. Резервное питание: Еще одним преимуществом онлайн ИБП является его способность обеспечивать резервное питание в случае отключения основного источника электропитания, ИБП автоматически переключается на использование постоянного тока из аккумуляторов. Это позволяет сохранить работоспособность системы и продолжить работу без потери данных[2].

5. Удобство управления и мониторинга: Онлайн ИБП часто имеют функции управления и мониторинга через веб-интерфейс или специальное программное обеспечение, что позволяет оператору легко контролировать состояние и настройки системы.

6. Долгий срок службы: Онлайн ИБП обычно имеют долгий срок службы и высокую надежность, что делает их хорошим выбором для критически важных приложений.

Оба устройства могут использоваться для стабилизации напряжения, но выбор между ними зависит от конкретных требований и надежности, которые нужны в конкретном случае. Инверторные стабилизаторы обычно более доступны по цене, но могут быть ограничены в своей функциональности. Онлайн ИБП, с другой стороны, предлагают более надежное решение за счет встроенных аккумуляторов и широкого диапазона регулировки напряжения.

Источники

1. Шарифуллин, Р. Р. Электроэнергетика России в эпоху цифровизации / Р. Р. Шарифуллин, Д. М. Валиуллина // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов : Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 94-97.

2. Источники вторичного электропитания / В.А. Головацкий, Г.Н. Гулькович, Ю.И. Конев и др.; Под ред. Ю.И. Конева –М.: Радио и связь, 2000. – 420 с.

3. Мавляветдинов, А. А. Снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях / А. А. Мавляветдинов, Д. М. Валиуллина // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2022. – С. 162-164.

4. Муратаева, Г.А. Мероприятия по диагностике кабельной линии 6-10 кВ / Г.А. Муратаева, Ф.В. Сахаров // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 74-79.

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Хайруллин Р. И.¹, Воркунов О.В.²
^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
¹Hairullin2321@mail.ru

В данной работе рассмотрен способ регулирования напряжения с использованием автоматизированных компенсирующих устройств. Рассмотрены преимущества и недостатки использования данного способа регулирования напряжения в электрической сети.

Ключевые слова: компенсирующее устройство, регулирование напряжения, реактивная мощность, статические характеристики.

Под регулированием напряжения, как правило, понимается воздействие на определенную систему электроснабжения с целью установки необходимых условий для ее работы или же повышения надежности и экономичности работы системы путем намеренного изменения режима напряжений. На практике зачастую применяется автоматическое регулирование напряжения ввиду своей надежности и дешевизны.

К автоматизированным компенсирующим устройствам на данный момент можно отнести синхронные двигатели, имеющие автоматическое регулирование тока возбуждения, управляемые батареи конденсаторов, источники реактивной мощности на базе управляемых подмагничиванием шунтирующих реакторов, и др.

Обязательным условием регулирования напряжения в сети является наличие в ней резерва реактивной мощности. Данное условие связано с повышением потребления реактивной мощности при регулировке напряжения (повышения напряжения).

Рассмотрим вариант регулирования напряжения электрической сети путем изменения коэффициента трансформации под нагрузкой. При повышении напряжения на стороне низшего напряжения трансформатора с регулировкой под напряжением (РПН) необходимо увеличить величину реактивной мощности нагрузки. Повышение потребности реактивной мощности приводит к ее передаче и, соответственно, потерям напряжения в электрической сети, тем самым можем наблюдать следующую зависимость: при увеличении напряжения в какой-либо части сети, наблюдается просадка напряжения в ее остальной части, где будут возрастать задающие токи, потери реактивной мощности и энергии в целом. Для предотвращения данных

процессов необходимо иметь местный резерв реактивной мощности на участке, где необходимо повышение напряжения рис.1.

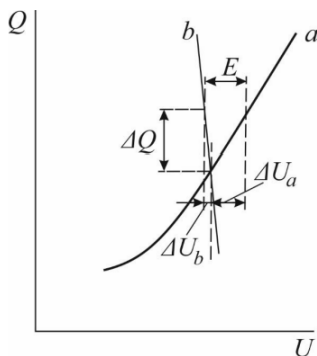


Рис. 1. Статические характеристики реактивной мощности при наличии необходимого резерва мощности

Пересечение графиков принимающей a и передающей b участков сети характеризует рабочий режим напряжения в данном узле. Изменение коэффициента трансформации в рассматриваемом узле можно сопоставить с включением в него добавочной ЭДС E (разность абсцисс на рис. 1). При этом можем наблюдать, что при увеличении уровня напряжения на стороне a , напряжение на стороне b падает незначительно, при условии повышения как потребляемой и передаваемой мощности.

Рассмотрим ту же ситуацию, но при отсутствии резерва реактивной мощности рис. 2.

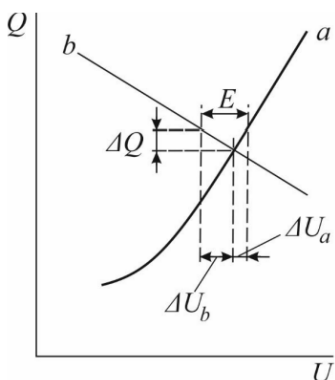


Рис. 2. Статические характеристики реактивной мощности при отсутствии резерва

На рисунке 2 можем увидеть, что добавочная ЭДС E способствует малому увеличению напряжения на стороне a и значительному проседанию напряжения на участке b . Передаваемая и потребляемая реактивная мощность увеличивается незначительно на величину ΔQ .

Исходя из данных рисунка 2, можем сделать вывод, что применение устройств автоматического регулирования напряжения при отсутствии необходимого резерва реактивной мощности может привести к сбоям в работе электрической сети, при этом характер нарушений будет лавинообразным, так как увеличение потребления реактивной мощности увеличивает ее дефицит в сети. Применение компенсирующих устройств является необходимым условием для регулирования напряжения, исключением является наличие на электрически близком расстоянии больших запасов реактивной мощности.

Эффективность использования компенсирующих устройств определяется эквивалентными реактивными сопротивлениями сети: чем больше сопротивление, тем больше эффект от источника реактивной мощности, что обуславливает высокую эффективность применения данных устройств в воздушных электрических сетях и за трансформаторами небольшой мощности [1].

Подводя итог, можем сказать, что использование компенсирующих устройств является эффективным решением, так как позволяет сводить необходимость передачи реактивной мощности по сети к минимуму, однако полностью заменять регулирующие устройства на компенсирующие не целесообразно, в виду увеличения стоимости оборудования в данном случае и мощности компенсирующих устройств.

Источники

1. Хафизов, Л. А. Регулирование напряжения в питающих и распределительных сетях / Л. А. Хафизов // Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация" : Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах , Казань, 27–29 апреля 2022 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова . – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 153-158.

2. Кыонг, Л. К. Проблемы компенсации реактивной мощности / Л. К. Кыонг, А. Тамсир, А. М. Маклецов // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация» : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 26-30.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619532 Российская Федерация. Программа оптимизации работы трех фазной четырехпроводной электрической сети : № 2022618431 : заявл. 06.05.2022 : опубл. 23.05.2022 / А. М. Маклецов, В. В. Максимов, О. Е. Куракина [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Казанский
государственный энергетический университет».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Хамидулин И. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

khamidulin.ilgizar@yandex.ru

Науч. рук. доц. Будникова И.К.

В условиях быстро меняющейся энергетической отрасли, где требуется гибкость, масштабируемость и интеграция разнообразных систем, сервисно-ориентированная архитектура (SOA) становится ключевой стратегией проектирования энергетических систем. Эта статья исследует роль SOA в современной энергетике, предоставляя примеры применения и преимуществ, связанных с использованием этого подхода.

Ключевые слова: сервисно-ориентированная архитектура, энергетика, интеграция, эффективность, масштабируемость.

Современная энергетика стоит перед множеством вызовов, включая интеграцию возобновляемых источников энергии, управление сетями, обеспечение надёжности и эффективности. Сервисно-ориентированная архитектура представляет собой подход, который позволяет создавать гибкие, модульные и расширяемые системы, обеспечивая интеграцию различных компонентов и подсистем (см. рисунок)[1].

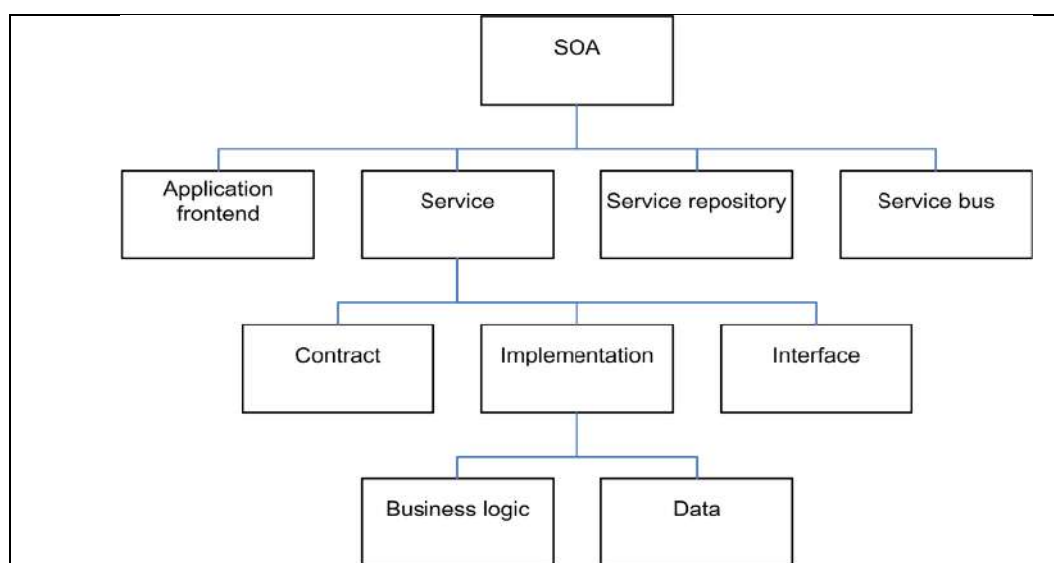


Рис. 1. Элементы сервисно-ориентированной архитектуры

Сервисная система позволяет создавать гибкие, модульные и легко масштабируемые системы. Её ключевой особенностью является способность интегрировать различные компоненты и подсистемы, обеспечивая их взаимодействие и совместную работу. Важно отметить, что SOA не привязана к определенным технологиям, предметная область которой реализуется в виде отдельных модулей, которые могут быть определены как отдельными компонентами, так и веб-сервисами, и её применение может быть адаптировано к конкретным потребностям и требованиям системы[2].

Сервисно-ориентированная архитектура создает условия для создания независимых блоков бизнес-приложений, которые способны эффективно взаимодействовать между собой, несмотря на различия в платформах и языках программирования. Этот подход упрощает процессы интеграции и обмена данными.

Существует несколько протоколов общения сервисов, которые могут быть использованы в зависимости от потребностей. Некоторые из наиболее распространенных протоколов включают[3]:

1. SOAP (Simple Object Access Protocol) - это протокол, который используется для обмена сообщениями между сервисами. SOAP позволяет сервисам обмениваться структурированными сообщениями, которые содержат информацию о запросе и ответе. SOAP может использоваться для взаимодействия между сервисами, которые находятся на разных платформах и используют разные технологии.

2. REST (Representational State Transfer) - это архитектурный стиль, который определяет, как должны быть организованы и взаимодействовать сервисы. REST использует HTTP-методы (GET, POST, PUT, DELETE) для передачи запросов и ответов между сервисами. REST является более простым и гибким протоколом, чем SOAP, и подходит для большинства веб-приложений.

Процессы интеграции становятся более простыми и эффективными благодаря тому, что сервисы могут быть легко доступны и использоваться разными компонентами системы. Например, система управления энергопотреблением может взаимодействовать с системой мониторинга, чтобы получать актуальные данные о потреблении энергии. Это позволяет более точно регулировать энергопотребление и повышать эффективность системы[4].

Система предоставляет гибкость, необходимую для адаптации к изменяющимся потребностям в энергетике. Энергетическая инфраструктура может быть подвержена колебаниям в производстве, потреблении и внешним факторам. SOA позволяет быстро реагировать на эти изменения, а также легко добавлять новые компоненты или сервисы в систему. Это также обеспечивает систему более адаптивной к новым технологическим решениям и экологическим стандартам облегчая управление данными и аналитику в

энергетической системе, что может помочь в принятии более информированных решений что важно для оптимизации использования ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Например, в случае увеличения использования возобновляемых источников энергии, SOA позволяет легко интегрировать и управлять этими источниками, оптимизируя их вклад в общее энергетическое балансирование. Также, если потребность в энергии растет, систему можно масштабировать путем добавления новых вычислительных ресурсов или устройств [5-6].

Таким образом, сервисно-ориентированная архитектура является мощным инструментом для проектирования и управления современными энергетическими системами. Ее способность к интеграции, гибкости и масштабируемости делает ее важным элементом для обеспечения эффективности и устойчивости энергетических систем в условиях быстро меняющейся отрасли.

Источники

1. Данилов, А. В., Казаков, В. А., & Тельнов, Ю. Ф. (2010). Сервисно-ориентированная архитектура динамической интеллектуальной системы управления бизнес-процессами. // Открытое образование. 2010 № 6. С. 78-84.

2. Хамидулин И.Р. Цифровые технологии мониторинга профессиональных компетенций сотрудников IT компаний // XXVI Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар: материалы конференции. Казань. КГЭУ. 2023. Т. 3, С. 211 – 215.

3. Шор А.М. Сравнительный анализ подходов в разработке api веб-приложений.// Student 2020 Т. 3, №. 9. С . 533-540.

4. Шибанов С.В., Яровая М.В. Обзор современных методов интеграции данных в информационных система : Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»/ 2010, С. 292-295.

5. Сидорова А. В. Python как инструментарий оптимизации режима ГЭС в составе ЭЭС. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2021. Т. 13. № 2(50). С. 119-132.

6. Коршунов Е. А. Автоматизация процессов обслуживания энергетического оборудования с помощью специализированных программных решений // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. № 1(53). С. 65-75.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЕМ

Хамидуллин И.Н.¹, Маслов С.Ю.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Казань, Россия

¹ildar.ildar-xam2017@yandex.ru

Науч. рук профессор Гильфанов К.Х.

В период с осени вплоть до конца зимы на ВЛЭП возникает проблема гололёда образования, которая затрудняет передачу энергии от электростанции к потребителю. В данном тезисе рассматривается устройство осуществляющее связь между блоками управления и плавки льда, а также передачу по беспроводному каналу данные на диспетчерский пульт, содержащую информацию о состоянии линий.

Ключевые слова: ВЛЭП, провода, тросы, мобильная система плавки гололеда, система мониторинга гололедообразования.

Воздушные линии электропередач используются для передачи электроэнергии на большие расстояния. В осенне-зимний период обмерзание и обледенение высоковольтных линий (ВЛ) является одной из важнейших и непредсказуемых проблем при эксплуатации линий электропередач в нашем климате[1]. Основной задачей распределительных сетевых компаний является обеспечение надежности электроснабжения потребителей, а одним из основных критериев надежности электроснабжения является организация возможности своевременного удаления гололеда и наледи на ВЛ 110 кВ до ее повреждения и аварии на ней с последующим отключением электроэнергии в жилых и промышленных районах[3]. Для воздушных линий ГИЭ представляет серьезную опасность. Оно вызывает. - опасное сближение проводов и тросов из-за их провисания, вызванного обледенением при образовании гололеда;

- Тряска (раскачивание) кабелей и проводов, приводящая к соединению фазных проводов и образованию короткого замыкания и, в некоторых случаях, к повреждению креплений, изоляторов, и повреждению несущей арматуры.

- механическая перегрузка кабелей и проводов, приводящая непосредственно к обрыву проводов в одном или нескольких пролетах ВЛ.

- повреждение опор ЛЭП из-за обрыва проводов и кабелей, вызванного обледенением. Также при перегрузке происходит отклонение положения опор, что позже может вызвать серьезную аварию на линии ВЛ[2].



Рис. 1. Мобильная система плавки гололеда

Для поддержки работоспособности воздушных линий электропередач и бесперебойной передачи электроэнергии конечным потребителям была создана на базе Казанского государственного энергетического университета, мобильная система плавки льда, (рис 1,2) подключенная к системе мониторинга гололеда (СМГ) С помощью данной системы можно контролировать ВЛ и вовремя устранить проблему до серьезной аварии; СМГ содержит ряд датчиков, сообщающих об изменениях температуры провода и температуры окружающей среды, изменениях влажности, угле провисания провода, протекании тока и т.д. (рис. 2). Он также включает модуль беспроводной связи для беспроводного соединения с блоком обработки и анализа данных.



Рис. 2. Панель управления системы мобильной плавки гололеда

На основании полученных данных можно определить вероятность появления аварии на линии, или спрогнозировать обмерзание провода, чтобы заранее направить СМГ для удаления гололеда на линии до ее обрыва. Так же

появилась возможность в реальном времени следить за сохранностью линии от вандалов, так как наши датчики фиксируют вибрацию от режущего инструмента, можно с точностью до 1 пролета обнаружить вандалов (рис 3).



Рис. 3. Датчик контроля состояния провода

Блок-схема системы автоматического контроля и устранения гололедных отложений на воздушных линиях электропередач показана на рисунке 4.

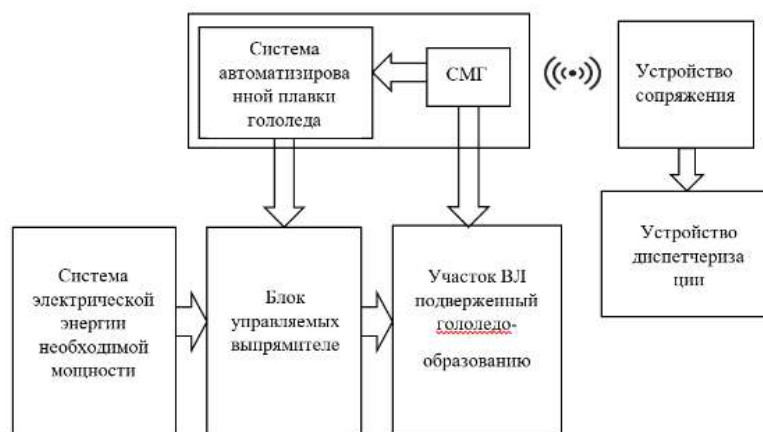


Рис. 4. Блок-схема работы системы автоматизированного контроля и устранения гололедообразования на воздушных линиях электропередачи

Источники

1. Стороженко Дмитрий Юрьевич, Рыжков Александр Викторович Совершенствование методики применения устройств встроенной диагностики контактной сети // Известия Транссиба. 2016. №4.

2. Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация». В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. конф. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – 636 с.

3. Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2020 «Энергетика и цифровая трансформация». В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. конф. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – 636 с.

ТЕРМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Хантимеров И.М.¹, Воркунов О.В.²
^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
¹ilnar.hantimerov@tatar.ru

В тезисе проанализированы термические методы борьбы с обледенением на воздушных линиях электропередачи.

Ключевые слова: электрические сети, воздушные линии электропередачи, электромагнитное влияние, электромагнитное поле.

Анализ статистических данных показывает, что к числу причин гололедных аварий на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) относятся серьёзные недостатки в проектировании, сооружении и эксплуатации ВЛ, в гололедных районах, что требует разработки специальных мероприятий.

Обледенение или комбинированные нагрузки от ветра и обледенения могут серьёзно повлиять на воздушные линии электропередачи и распределительные сети в регионах с холодным климатом. Например, перегрузка проводов сильным обледенением в сочетании с ветром может привести к их обрыву и разрушению опоры. В дополнение к чрезмерной нагрузке, другие явления, такие как пляска проводов, осыпание льда или снега, а также скручивание проводов, могут вызвать серьёзные проблемы с нагрузкой. Анализ мер борьбы с гололедно-изморозевыми отложениями на проводах ВЛ электропередачи, позволяет сделать вывод, что экономичнее не допускать опасных отложений, чем потом бороться с образованием гололеда[1].

Методы термической борьбы с обледенением, основанные на эффекте Джоуля, широко используются в течение примерно столетия с использованием как переменного, так и постоянного тока[2].

Метод переключения нагрузки заключается в использовании нагревательного эффекта токов нагрузки для предотвращения или удаления обледенения с проводников. Он не требует дополнительного оборудования в системе. Как правило, для обеспечения подачи достаточного тока, чтобы вызвать таяние льда, нормальные условия эксплуатации должны быть изменены путем передачи или смещения нагрузок от других цепей, соединяющих те же две подстанции. Однако регулирование силы тока в период противообледенения не всегда осуществимо, поскольку оно определяется главным образом потребностью потребителей в нагрузке.

Метод короткого замыкания с пониженным напряжением включает в себя нагрев проводов путем создания трехфазного короткого замыкания на одном конце линии и подачи трехфазного источника напряжения на другую сторону. Сила тока короткого замыкания, необходимая для предотвращения обледенения, зависит от приложенного напряжения, длины цепи и электрических характеристик проводников. Этот метод требует установки такого оборудования, как выключатели, подключения для питания линий, подлежащих обледенению, и системы защиты для поддержания противообледенительного тока.

Метод постоянного тока. Эта технология выгодна для защиты от обледенения длинных линий электропередачи с проводами большого диаметра, поскольку устраняются реактивные потери. Этот метод был успешно разработан и применялся в бывшем СССР для защиты от обледенения длинных линий 500 кВ. Основным принципом заключается в формировании замкнутого контура с использованием линейных проводов.

Устранение обледенения путем передачи тока по соединенным подводящим проводникам через контакторные устройства. Принцип этого метода заключается в передаче тока, протекающего по всем соединенным проводам, в один вспомогательный проводник во время процедуры удаления обледенения. Таким образом, например, для 4-жгутовых проводов ток, протекающий в дополнительном проводнике, умножается на четыре, а потери в джоулях на 16. Этот процесс позволяет генерировать достаточное количество тепла для таяния льда. Процесс повторяется через регулярные промежутки времени до тех пор, пока все подводящие провода не очистятся от льда.

Электромагнитные колебания высокой частоты могут распространяться в свободном пространстве и в волноводах, например, в так называемых длинных линиях, по которым электромагнитная волна скользит, словно по рельсам. Такой длинной линией может служить пара проводов линии электропередачи. Чем больше сопротивление проводов линии, тем большая часть энергии электромагнитного поля бегущей вдоль линии волны преобразуется в тепло.

Защита проводов заземления от обледенения с помощью эффекта Джоуля для нагрева проводов заземления для предотвращения обледенения с помощью эффекта Джоуля необходимо сначала электрически изолировать их от опор. Затем ток для защиты от обледенения может подаваться трансформатором напряжения. С помощью этого метода становится возможным удалить обледенение с нескольких километров кабелей заземления. В отдаленных районах также возможно использовать вспомогательный дизельный генератор для удаления льда с наземных кабелей на стратегических участках линий, таких как переправы через реки[3].

Источники

1. Предотвращение и ликвидация гололедных аварий - виды и параметры гололедно-изморозевых отложений [Электронный ресурс] <https://leg.co.ua/arhiv/v1-arhiv/predotvraschenie-i-likvidaciya-gololednyh-avariy-2.html> (дата обращения: 27.06.2023)
2. Современные методы борьбы с гололёдными отложениями на проводах воздушных линий электропередачи средствами силовой электроники [Электронный ресурс] <https://www.energy-t.ru/about/articles/sovremennyye-metodyi-borbyi-s-gololyodnyimi-otlozheniyami-na-provodaх-vozdushnyix-linij-elektroperedachi-sredstvami-silovoj-elektroniki.html>
3. Как расплавить лёд на проводах ЛЭП [Электронный ресурс] <https://www.nkj.ru/archive/articles/14553/>

ВЛИЯНИЕ ВЛАГИ НА СВОЙСТВА БУМАГИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В КАЧЕСТВЕ ИЗОЛЯЦИИ В ОБМОТКАХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Хвостовец О.А.¹, Хвостовец Р.О.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹olga2014852@gmail.com, ²hvastovets.r@mail.ru

Науч. рук. профессор Е.И. Грачева

В статье представлены результаты исследований теплопроводности бумаги, пропитанной маслом, в зависимости от содержания воды. Бумага (целлюлоза), пропитанная маслом (минеральным), обычно используется в качестве изоляции обмоток трансформаторов. Длительное время эксплуатации увеличивает содержание воды в бумажной изоляции обмоток трансформатора. Вода в трансформаторе в основном рассматривается как негативный фактор. На основе измеренной теплопроводности было рассчитано влияние содержания воды в бумаге на температуру в трансформаторе.

Ключевые слова: силовой трансформатор, содержание воды в бумаге, теплопроводность, температура.

Силовой трансформатор является наиболее важным элементом электроэнергетической системы. Выход из строя трансформатора приводит к переключению системы в аварийный режим работы либо полному отключению электросети.

Высокая температура является одной из основных причин выхода из строя трансформатора[1]. Система изоляции трансформатора основана на бумаге и масле. Длительное время работы трансформатора приводит к увеличению содержания воды в бумаге[2].

В трансформаторной бумаге есть три источника воды[3]. Первый из них — это исходная вода, которая остается после процесса изготовления трансформатора. Причина сложившейся ситуации не выполненная должным образом процедура сушки изоляции трансформатора. Значение начального количества воды обычно составляет менее 1 %. Вторым источником воды является попадание атмосферного воздуха в резервуар. Количество воды в баке трансформатора сильно зависит от конструкции трансформатора. Уровень загрязнения воды в трансформаторах с мембранными системами консервации составляет примерно от 0,03% до 0,06% воды в целлюлозных материалах в год. Но уровень загрязнения воды трансформаторов с открытым дыхательным фильтром достигает даже 0,2% в год[4]. Последним источником воды являются

процессы старения из изоляции. Вода является не только продуктом старения целлюлозы, но и катализатором в этом процессе.

Далее представлено уравнение описывающее взаимосвязь между теплопроводностью бумаги, содержанием в ней воды и ее температурой.

$$\lambda(WCP_i, T_i) = \lambda_0 [1 + (a \cdot \Delta WCP) + (b \cdot \Delta T)] \quad (1)$$

где:

$\lambda(WCP_i, T_i)$ - теплопроводность бумаги в зависимости от содержания воды и значения температуры, [Вт/мК];

λ_0 - теплопроводность бумаги при содержании в ней воды 1,03% при температуре 60°C;

a - коэффициент, описывающий влияние содержания воды в бумаге на теплопроводность бумаги;

ΔWCP - разница между фактическим содержанием влаги в бумаге и 1,03% [1/%];

b - коэффициент, описывающий влияние температуры на теплопроводность бумаги;

ΔT - разница между температурой 60°C и фактическим значением температуры.

Теплопроводность целлюлозной бумаги, пропитанной минеральным маслом, измеряли в зависимости от содержания воды. Содержание было 0.50%, 0.87%, 1.03%, 1.30%, 1.68%, 1.92%, 2.24%, 2.84%, 4.00%, 4.80%.

Как показано, содержание воды в бумаге составляет около 0,5-2,5%, что является типичным значением в трансформаторе после многих лет его эксплуатации. Теплопроводность А любого материала сильно зависит от температуры. Это было причиной того, что электропроводность измерялась в относительно широком диапазоне температур, который составлял 25°C, 40°C постоянного тока, 60°C, 80°C и 100°C. Этот диапазон температур является типичным диапазоном для работающего трансформатора.

Каждое измерение повторялось три раза, чтобы получить относительно высокую повторяемость и высокую точность результатов измерений.

Последней задачей исследований было создание математического уравнения, которое описывало бы взаимосвязь между теплопроводностью трансформаторной бумаги, содержанием воды в бумаге и температурой.

Была измерена теплопроводность целлюлозной бумаги, пропитанной минеральным маслом, в зависимости от содержания воды в бумаге и температуры. Увеличение содержания воды и повышение температуры приводят к увеличению теплопроводности. На основании результатов

измерений можно сказать, что температура оказывает гораздо более существенное влияние на теплопроводность, чем содержание воды.

С помощью представленного уравнения можно рассчитать теплопроводность бумаги для любого содержания воды в бумаге (в диапазоне от 0,50% до 4,80%) и при любой температуре (в диапазоне 25°C-100°C). Это уравнение может быть очень полезно при процедуре расчета температуры в трансформаторе, основанной на компьютерном методе, который использует множество итераций.

Источники

1. Грачева Е.И., Наумов О.В. Взаимосвязь характеристик силовых трансформаторов и их нагрузочной способности // Вести высших учебных заведений Черноземья, 2019. №1. С. 45–55.

2. Грачева Е.И., Сафин А.Р., Шагидуллин А.В., Хаерова А.Н. Моделирование законов изменения функциональных параметров низковольтных аппаратов // Надежность и безопасность энергетики. 2014. №3. С. 66–69.

3. Конюхова Е.А. Электроснабжение: учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2014. 502 с.

4. Rigatos, G., Siano, P. «Power transformers» condition monitoring using neural modeling and the local statistical approach to fault diagnosis. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 80, 2016, 150–159.

5. Определение влаги и примесей в трансформаторном масле модифицированным методом Фишера / И. Д. Гиззатова, В. К. Козлов, Д. М. Валиуллина, Р. А. Гиниатуллин // Аналитика. - 2019. - Т. 9. - № 3. - С. 232-235.

6. Патент № 2392684 С1 Российская Федерация, МПК H01F 41/12, G01R 31/12. Способ контроля качества бумажной изоляции трансформатора : № 2009119134/09 : заявл. 20.05.2009 : опубл. 20.06.2010 / В. К. Козлов, А. Х. Сабитов, И. Х. Сабитов.

7. Самофалов, Ю. О. Применение анизотропных материалов для электродов вакуумных выключателей / Ю. О. Самофалов // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности : материалы Международной научно-технической конференции молодых ученых. – Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет", 2022. – С. 136.

ИННОВАЦИИ В ГЕНЕРАЦИИ И ПЕРЕДАЧЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

Хорьяков А.И.¹

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

anton.khoryakov@mail.ru

Науч. рук. преп. Гаврилов В.А.

Данное исследование обращает внимание на актуальные проблемы и перспективы в области генерации, передачи и потребления электрической энергии, а также на инновации, внедряемые в энергетическом секторе, с акцентом на российском опыте и вызовах, стоящих перед этой отраслью.

Ключевые слова: инновации, генерация, передача электроэнергии, энергетическая устойчивость, эффективность.

В наше время энергетика играет решающую роль в обеспечении потребностей современного общества. Постоянный рост мировой популяции и стремительное развитие технологий ставят перед энергетической отраслью серьезные вызовы. Генерация, передача и потребление электрической энергии стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни и экономики в целом.

Важным аспектом обеспечения устойчивой генерации электроэнергии является поиск новых, более экологически чистых методов. Исчерпание природных ресурсов, рост выбросов парниковых газов и изменение климата поднимают вопросы об устойчивости традиционных источников энергии. Солнечная, ветровая и гидроэнергетика становятся все более привлекательными альтернативами. Множество исследований демонстрирует, что переход к возобновляемым источникам энергии может существенно снизить выбросы углерода и вредное воздействие на окружающую среду.

Инновации в сфере передачи электроэнергии играют ключевую роль в улучшении эффективности энергосистем и обеспечении их устойчивости. Одной из важнейших тенденций в этой области является внедрение умных сетей *smart grids* (см. рисунок) или интеллектуальных сетей электропередачи. Эти системы представляют собой комбинацию передовых технологий, включая цифровые счетчики, дистанционное управление, системы мониторинга и анализа данных[1]. Они позволяют операторам энергосетей более точно контролировать и управлять распределением электроэнергии.

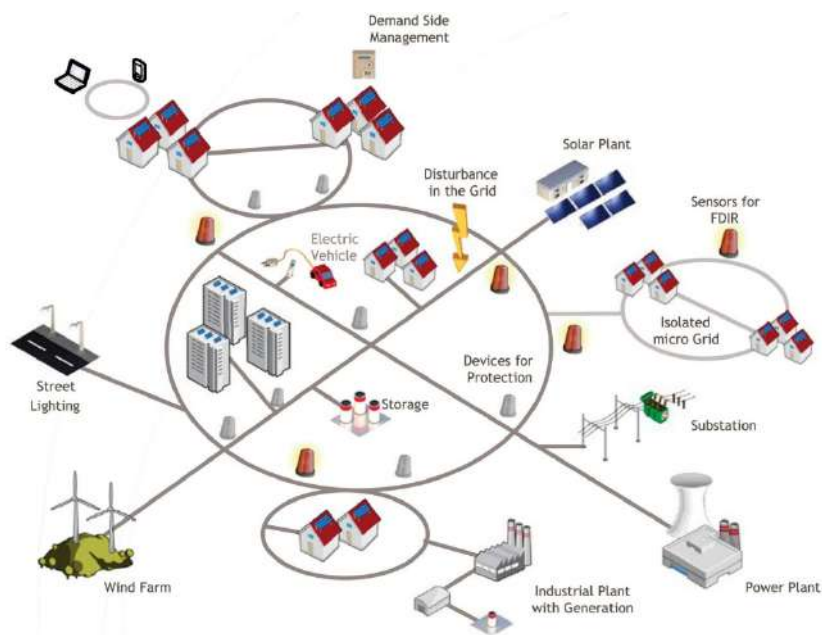


Рис. Интеллектуальная система учета *smart grids*

Умные сети способствуют более эффективному использованию энергоресурсов. Они могут автоматически реагировать на изменения в потреблении и включать или выключать электрооборудование в зависимости от текущей нагрузки[2]. Это снижает риск перегрузок и сбоев в сети, что, в свою очередь, увеличивает надежность энергосистемы.

Системы умных сетей также способствуют интеграции децентрализованных источников энергии, таких как солнечные панели и ветрогенераторы. Это позволяет сетям легче приспосабливаться к колебаниям в производстве электроэнергии от возобновляемых источников, что становится все более важным с увеличением доли возобновляемых источников энергии в энергобалансе.

Россия также активно работает над модернизацией своих сетей передачи электроэнергии. Проекты по созданию умных сетей и внедрению передовых технологий включаются в национальные стратегии развития энергетики[3]. Эти усилия направлены на улучшение эффективности передачи электроэнергии, снижение потерь энергии и повышение надежности сетей.

Проекты модернизации сетей передачи электроэнергии в России активно развиваются, и внедрение передовых технологий становится все более заметным в энергетической инфраструктуре страны. Вот несколько примеров, подтверждающих эту тенденцию:

- Система "Энергонадзор" в Московском регионе: В Московском регионе была внедрена система мониторинга и управления электросетями под названием "Энергонадзор". Эта система позволяет операторам сетей в реальном

времени отслеживать состояние и нагрузку на линиях электропередачи, автоматически реагировать на сбои и оптимизировать работу сетей для снижения потерь энергии;

- Проект "Сети будущего" в Санкт-Петербурге: В рамках проекта "Сети будущего" в Санкт-Петербурге разрабатываются и внедряются умные технологии для оптимизации электросетей. Это включает в себя цифровые счетчики, системы управления нагрузкой и мониторинга энергопотребления в реальном времени. Этот проект направлен на снижение потерь энергии и улучшение надежности сетей;

- Проект "Цифровая подстанция" в Татарстане: В Республике Татарстан внедряется концепция "цифровой подстанции". Это предполагает замену устаревших систем управления подстанциями на современные цифровые платформы. Это позволяет улучшить контроль и управление электросетями, снизить риски аварийных ситуаций и повысить эффективность передачи электроэнергии.

В заключение, данная статья подчеркнула важность энергетических трансформаций в современном мире. Переход к экологически чистым источникам энергии и инновации в передаче электроэнергии содействуют устойчивому развитию и уменьшению воздействия на окружающую среду. Россия, как и многие другие страны, активно работает над модернизацией своей энергетической системы, и это представляет собой важный шаг к более стабильному и экологически ответственному будущему.

Источники

1. Прохоров А., Коник Л. Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: ООО «АльянсПринт». – 2019. – 368 с.

2. Бердников Р.Н., Бушуев В.В., Воропай Н.И. и др. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активноадаптивной сетью. М.: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС». – 2012. – 235 с.

3. Воропай Н.И., Стенников В.А. Интегрированные интеллектуальные энергетические системы // Известия РАН. Энергетика. – 2014. – № 1. – С. 64-73.

4. Тарифы на электроэнергию как стимулирующий фактор развития распределенной генерации в России / М. Ш. Гарифуллин, С. О. Каминский, М. И. Лашманова, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 81-96.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Черепенькин И. В.¹, Павлов А.Э.², Гарифуллин Р.Р.³, Павлов П.П.⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹iwan.tcherepenkin@yandex.ru,²pavlov-1557-104@yandex.ru,³kgeu-et@yandex.ru⁴

pavlov2510@mail.ru

В тезисе представлены результаты анализа видов зарядных электрических станций для электромобилей, определена наиболее оптимальная для развития зарядной инфраструктуры схема построения зарядных станций. На сегодняшний день все чаще возникает необходимость в выборе наиболее оптимального пути развития зарядной инфраструктуры в том числе и определении приоритетной схемы построения зарядных электрических станций. Решение данной проблемы в первую очередь требует проведение анализа существующих зарядных станций и их характеристик, а также построение схем их организации.

Ключевые слова: электромобиль, зарядная станция, мощность, режим заряда.

В России на начало 2023 года насчитывалось порядка 4,5 тыс. зарядных станций, однако на конец 2030 года их будет насчитываться порядка 220 тыс. единиц.

Наиболее оптимальным и распространенным видом зарядных станций для электромобилей являются стационарные зарядные станции.

Принадлежность к непосредственному размещению зарядных станций позволяет условно разделить их на два вида:

- медленные частные зарядные станции низкой мощности;
- быстрые общественные зарядные станции высокой мощности, расположенные непосредственно в городской среде и доступные всем заинтересованным потребителям.

Длительность времени зарядки и трудности процедуры при жизни владельцев в многоквартирных домах определяют потребность в увеличении объемов установки общественных зарядных станций[1,2].

Анализ рынка существующих общественных зарядных станций позволяет выделить три вида станций по принципу их построения[3]. Упрощенные схемы построения зарядных станций для электромобилей приведены на рисунках 1-3.

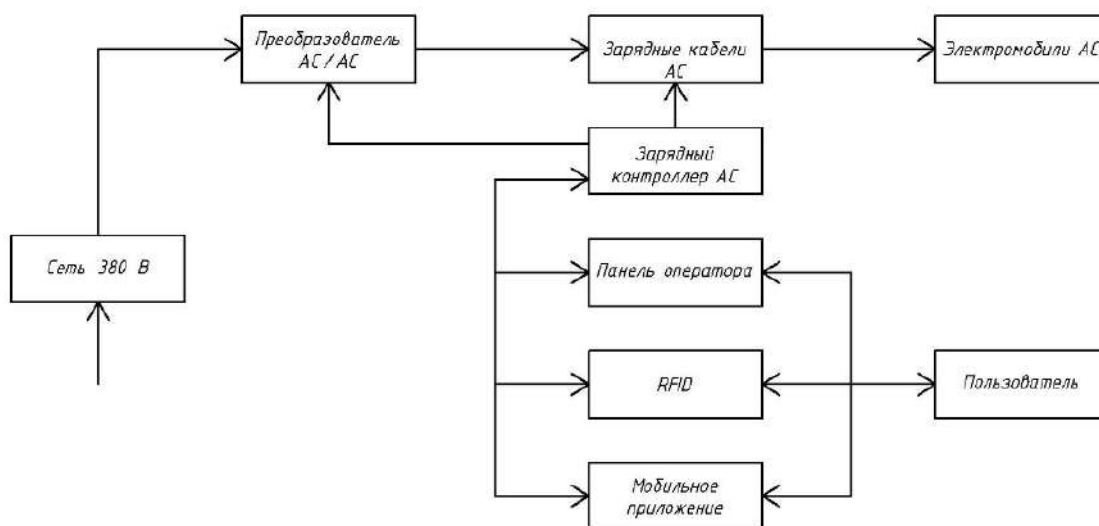


Рис. 1. Принципиальная схема зарядной электрической станции АС

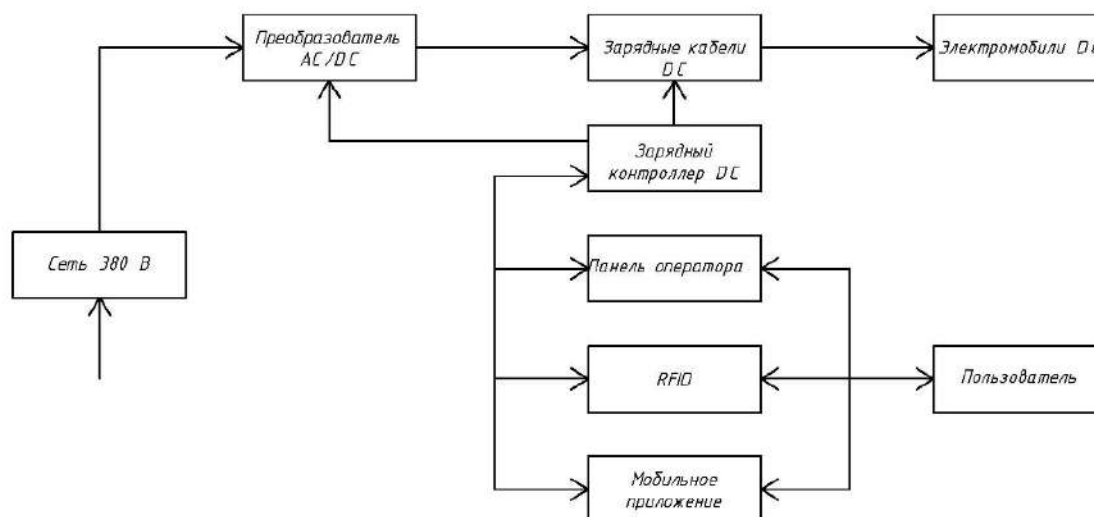


Рис. 2. Принципиальная схема зарядной электрической станции DC

Для выбора оптимальной схемы способствующей развитию зарядной инфраструктуры следует рассмотреть основные технические характеристики производимых зарядных станций на примере модельного ряда компании NSP [4,5].

Таблица 1

Основные технические характеристики производимых зарядных электрических станций для электромобилей

№ п/п	№ схемы	Изготовитель	Модель	Количество медленных разъемов	Количество быстрых разъемов	Мак. Мощность, кВт	Одновременная зарядка

							автомобилей, шт.
1	1	Non- Stop Power	Relevant One	1 или 2	0	22	1
2	1		Relevant DUO	3	0	80	2
	2			0	3	80	2
	3			1 или 2	2 или 1	80	2
3	1		Relevant MAX180	3	0	200	3
	2			0	3	200	3
	3	1 или 2		2 или 1	200	3	

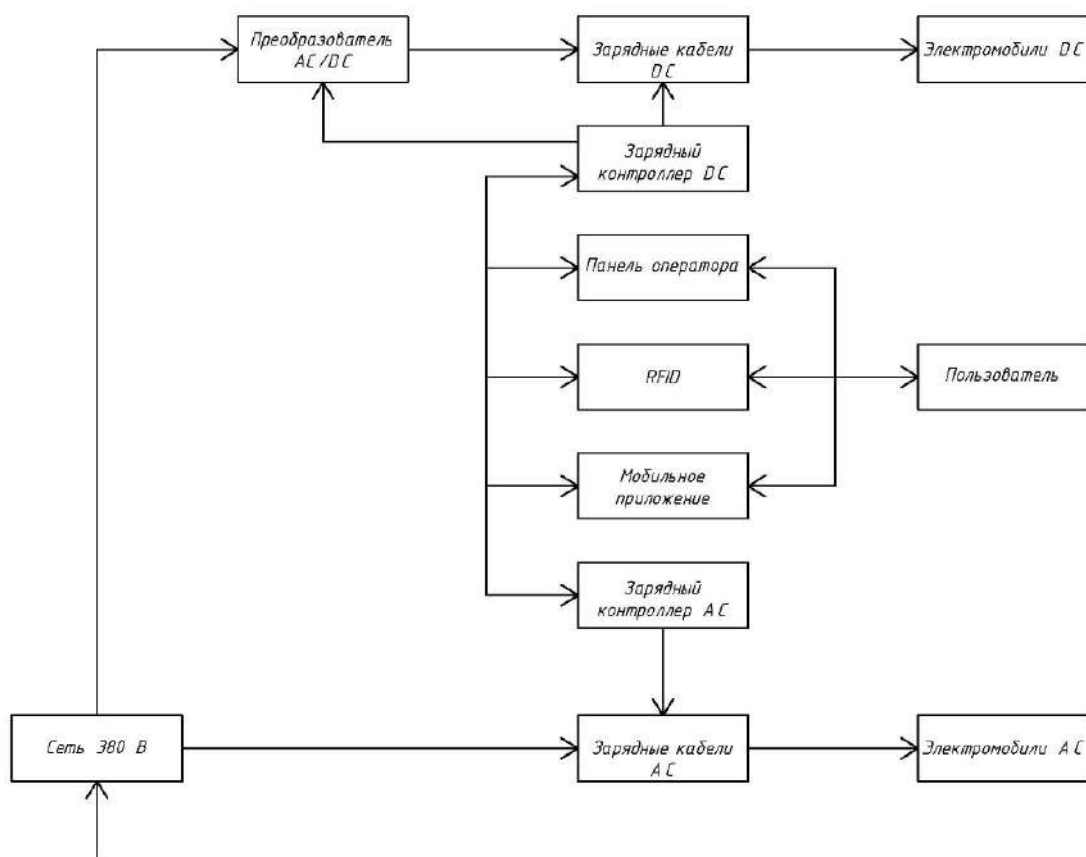


Рис. 3. Принципиальная схема зарядной электрической станции AC/DC

Исходя из анализа данных таблицы 1 следует сделать вывод о том, что наиболее оптимальной для развития зарядной инфраструктуры является зарядная электрическая станция типа AC/DC. Данный тип станций имеет большую универсальность, высокую мощность и, следовательно, меньшее время заряда, а также возможность подключения нескольких потребителей заряда.

Источники

1. Черепенькин И.В., Павлов П.П., Гарифуллин Р.Р., Павлов А.Э., Юнусов И.Ф. Анализ и выбор диагностической модели аппаратуры управления электрической зарядной станции для электромобилей // Энергетика транспорта. Актуальные проблемы и задачи: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2023 С. 193-197.
2. Gianfranco Pistoia. Electric and Hybrid Vehicles. Power Sources, Models, Sustainability, Infrastructure and the Market. First Edition. Elsevier, 2010.
3. Khusnutdinova, E., Pavlov, P., Fandeyev, V., Khizbullin, R., Khusnutdinov, A., Cherepenkin, I.: In: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 915, p. 012032(2020).
4. Павлов П.П., Идиятуллин Р.Г., Литвиненко Р.С. К вопросу оценки надежности электротранспортной системы города // Бюллетень транспортной информации, 2017, №5(263), С.23 - 26.
5. Закирова Н.Ж., Снежинская Е.С., Абдуллина А.Р., Павлов П.П. Отказоустойчивость аппаратуры технических систем // ТЧ-2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2021. С. 250–253.

МЕТОДЫ ПОИСКА МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 6–10 КВ

Шагалиев Р.И.¹, Брызгалов Д.А.², Стрельников А.В.³ Муратаева Г.А.⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹shagalievx@gmail.com, ²danilbryzgalov64@gmail.com, ³sasha_strelnikov7654@mail.ru

В тезисе рассматриваются современные подходы к определению места повреждения в кабельных линиях электропередачи 6-10 кВ. Исследование включает в себя анализ существующих методов и их экономических последствий, что в итоге подчеркивает важность эффективных методов определения места повреждения для распределительных сетей.

Ключевые слова: место повреждения, кабельные линии, искусственный интеллект, машинное обучение, экономическая составляющая.

В сфере распределения электроэнергии надежность и бесперебойность электроснабжения имеют первостепенное значение. Своевременное обнаружение и последующее устранение неисправностей в кабельных линиях электропередачи напряжением 6–10 кВ является важнейшим условием обеспечения непрерывной и надежной доставки электроэнергии потребителям. Неисправности, такие как короткое замыкание или повреждение кабеля, могут привести к отключению электроэнергии и связанным с этим экономическим потерям как для коммунальных служб, так и для конечных потребителей[1].

Задача состоит в определении инновационных и экономически эффективных методов локализации повреждений в кабельных линиях электропередачи среднего напряжения. Традиционные методы локализации повреждений, такие как рефлектометрия во временной области (РВО) и импульсно-эхолокационные методы, хотя и являются эффективными, но часто имеют недостатки, включая высокую стоимость реализации и ограниченную точность в определенных сценариях[2].

Современные пути решения проблемы и экономическая составляющая:

1. Распределенное волоконно-оптическое зондирование. Распределенное волоконно-оптическое зондирование (РВОЗ) использует оптические волокна в качестве датчиков для мониторинга изменений температуры и деформации по длине кабеля. Любые аномалии в этих параметрах могут указывать на место повреждения. Этот метод обеспечивает высокую точность, мониторинг в реальном времени и минимальные дополнительные затраты на оборудование, поскольку оптоволоконные кабели уже являются частью инфраструктуры.

2. Искусственный интеллект и машинное обучение. Использование алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) произвело революцию в локализации повреждений. Анализируя исторические данные и результаты измерений в реальном времени в энергосистеме, системы на основе искусственного интеллекта могут с поразительной точностью предсказывать местоположение повреждений. Такой подход позволяет не только повысить точность определения места повреждения, но и сократить время простоя, что дает существенный экономический эффект[3].

Экономическая составляющая:

1. Снижение затрат. Внедрение передовых методов локализации повреждений, таких как РВОЗ и ИИ/МО, на начальном этапе может потребовать инвестиций в оборудование и программное обеспечение. Однако в долгосрочной перспективе эти современные методы значительно снижают эксплуатационные расходы. Своевременная идентификация и локализация повреждений приводит к ускорению ремонта и сокращению продолжительности отключений, минимизируя потери прибыли для коммунальных служб и повышая надежность обслуживания потребителей.

2. Оптимизация технического обслуживания. Точная информация о местонахождении неисправностей позволяет коммунальным службам направлять усилия по техническому обслуживанию именно туда, где это необходимо, предотвращая ненужные осмотры и ремонты. Такой целенаправленный подход снижает эксплуатационные расходы и продлевает срок службы кабельных линий электропередачи, способствуя созданию более устойчивой и экономически эффективной инфраструктуры.

В заключение следует отметить, что поиск эффективных и экономичных методов поиска повреждений в кабельных линиях электропередачи 6–10 кВ является ключевым в современных сетях распределения электроэнергии. Современные подходы, такие как РВОЗ и ИИ/МО, предлагают инновационные решения этой задачи, повышая точность и скорость идентификации повреждений и одновременно снижая экономическую нагрузку, связанную с перебоями в подаче электроэнергии и техническим обслуживанием.

Эти достижения являются примером непрерывной эволюции технологий распределения электроэнергии, подчеркивая экономические выгоды, сопутствующие научным инновациям. По мере углубления понимания этих методов и их повсеместного внедрения энергокомпания могут рассчитывать на повышение надежности обслуживания и экономической устойчивости при управлении кабельными линиями электропередачи среднего напряжения.

Источники

1. Воркунов, О. В. Диагностика повреждений в воздушных линиях электропередачи при однофазных замыканиях на землю / О. В. Воркунов, В. К. Козлов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2020. – № 2. – С. 14-17.
2. Повышение эффективности функционирования воздушных электрических сетей 6-10 кВ с изолированной нейтралью при однофазных повреждениях изоляции / А. Н. Качанов, В. А. Чернышов, Б. Н. Мешков [и др.] // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2021. – № 1(63). – С. 80-94. – DOI 10.53015/18159958_2021_1_80.
3. Improving the functioning efficiency of 6-10 kV electrical networks with isolated neutral in conditions of single-phase ground faults / A. N. Kachanov, V. A. Chernyshov, B. N. Meshkov [et al.] // Международный симпозиум "Устойчивая энергетика и энергомашиностроение - 2021: SUSE-2021" : Материалы Международной конференции с размещением в Международной базе Scopus, Казань, 18–20 февраля 2021 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2021. – P. 568-576.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПАКТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Шагалиев Р.И.¹, Стрельников А.В.², Брызгалов Д.А.³, Муратаева Г.А.⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹shagalievx@gmail.com, ²danilbryzgalov64@gmail.com, ³sasha_strelnikov7654@mail.ru

Использование современных компактных воздушных линий в последние годы вызывает значительный интерес, что обусловлено, прежде всего, необходимостью эффективной передачи энергии и развития инфраструктуры. В данном тезисе рассматриваются современные компактные воздушные линии, проводится сравнение их с традиционными опорами, рассматриваются влияние электромагнитного поля на окружающую среду.

Ключевые слова: линия электропередач, электромагнитные поля, окружающая среда.

Современные электроэнергетические системы требуют передачи электроэнергии на значительные расстояния с минимальными потерями и воздействием на окружающую среду. Современные компактные воздушные линии являются примером энергоэффективности благодаря совокупности факторов, в основе которых лежит выбор материалов. Изоляторы имеют более низкую электропроводность и улучшенное сопротивление, что позволяет снизить потери, связанные с токами утечки. Кроме того, проводники изготавливаются из следующих материалов: высокопрочные композиционные материалы и коррозионностойкие сплавы, которые обладают повышенной электропроводностью, что позволяет эффективно снижать резистивные потери при передаче энергии

Для передачи электроэнергии с применением традиционных воздушных линий, требуется отведение больших площадей под конструкции воздушных линий электропередач. Такие факторы, как землепользование, визуальная эстетика и излучение электромагнитного поля, привели к поиску альтернативных решений, и созданию современных компактных воздушных линий.

Сравнение с традиционными опорами

К преимуществам современных компактных воздушных линий можно отнести следующее:

1. Снижение воздействия на окружающую среду. Современные компактные воздушные линии требуют меньших опорных конструкций и более

узкой полосы отвода, что позволяет снизить проблемы землепользования и минимизировать воздействие на окружающую среду.

2. Улучшенный эстетический вид. Компактные конструкции этих линий визуалью менее заметны за счет своих особенностей - малое междуфазное расстояние и оптимальная конфигурация расположения фаз на опорах и пролетах. На данных линиях используется специализированная арматура, изготовленная из современных материалов, таких как высокопрочные алюминиевые сплавы и композиты. Эти материалы снижают визуальное воздействие ЛЭП за счет минимизации размеров и веса изоляторов, зажимов и соединителей. Проводники, как правило, изготавливаются из таких материалов, как алюминий и медь, обеспечивающих высокую электропроводность и коррозионную стойкость[1].

3. Надежность и энергоэффективность. Компактные воздушные линии менее подвержены разрушению под воздействием таких факторов окружающей среды, как гололед, ветер и падающих объектов, что повышает надежность системы. Благодаря снижению потерь в линии и улучшению контроля коэффициента мощности современные компактные воздушные линии способствуют повышению эффективности передачи энергии.

К недостаткам современных компактных воздушных линий следует включить следующее:

1. Затраты и возможности. Монтаж современных компактных воздушных линий требует значительных первоначальных инвестиций, включая разработку специализированных опорных конструкций и изоляторов. Компактные конструкции могут иметь ограничения по работе с чрезвычайно высокими напряжениями и токами по сравнению с традиционными опорами.

2. Повышенное воздействие электромагнитного поля (ЭМП). Современные компактные воздушные линии могут создавать повышенные электромагнитные поля вблизи населенных пунктов, что создает потенциальные проблемы для здоровья. ЭМП, создаваемые современными компактными воздушными линиями электропередачи, являются предметом беспокойства и исследований. Компактная конструкция, при которой провода располагаются ближе к земле и опорным конструкциям, может приводить к повышенному воздействию ЭМП вблизи линий электропередач. Эти поля имеют преимущественно низкочастотную природу. Влияние ЭМП на здоровье человека остается предметом постоянных исследований. В исследованиях изучалась потенциальная связь между воздействием ЭМП и такими проблемами здоровья, как детская лейкемия и нейродегенеративные заболевания [2]. Однако убедительных доказательств причинно-следственной связи между ЭМП и неблагоприятными последствиями для здоровья человека по-прежнему нет.

Снижение негативного воздействия на окружающую среду, повышение надежности и улучшение эстетических характеристик делают современные компактные воздушные линии оптимальным выбором для развития инфраструктуры электропередачи. Однако эти преимущества должны быть сопоставлены с более высокими первоначальными затратами и потенциальными проблемами, связанными с воздействием электромагнитного поля. Будущие исследования и технологический прогресс должны быть направлены на решение этих проблем и дальнейшую оптимизацию проектирования и внедрения современных компактных воздушных линий.

Что касается экономических аспектов, то решение о внедрении современных компактных воздушных линий должно приниматься на основе комплексного анализа затрат и выгод с учетом стоимости монтажа, повышения эффективности эксплуатации и потенциальных расходов, связанных со здоровьем. Баланс между научными и экономическими аспектами имеет решающее значение для принятия обоснованных решений при разработке современных систем передачи электроэнергии.

Источники

1. Сафиуллин, Б. М. Методы контроля воздушных линий электропередачи / Б. М. Сафиуллин, Н. В. Фатхелисламов, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 50-52.

2. Шарифуллин, Р. Р. Техническое обслуживание подстанционного оборудования / Р. Р. Шарифуллин, Д. М. Валиуллина // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 323-329.

3. Хузяшев, Р. Г. Моделирование переходных сигналов при коммутациях в линиях электропередач / Р. Г. Хузяшев, И. Л. Кузьмин, И. А. Минаев // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 31-36.

СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

Шагалиев Р.И. , Брызгалов Д.А.², Стрельников А.В.³, Муратаева Г.А.⁴

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹shagalievx@gmail.com, ²danilbryzgalov64@gmail.com, ³sasha_strelnikov7654@mail.ru

Неэффективный контроль состояния трансформаторов представляет серьезную угрозу надежности электроэнергетических систем и экономии ресурсов. Однако, предложенные в тезисе инновационные методы мониторинга и технологические решения обещают улучшить ситуацию, обеспечивая более надежное и устойчивое функционирование системы электроснабжения. Это представляет интерес для всех, кто заинтересован в эффективной и безопасной передаче электроэнергии.

Ключевые слова: силовой трансформатор, непрерывный контроль, контроль технического состояния, электрооборудование.

В современной электроэнергетике трансформаторы играют ключевую роль в передаче и распределении электроэнергии. Однако, несмотря на их важность, существует серьезная проблема, связанная с неэффективным и недостаточным контролем состояния трансформаторов. Такие недостатки в контроле могут привести к авариям, выходу из строя оборудования и потере энергии, что имеет серьезные экономические и экологические последствия[1].

Текущие методы контроля трансформаторов часто ограничиваются периодическими инспекциями и мониторингом параметров, что не всегда позволяет выявить начальные стадии деградации или нештатные ситуации. Это создает необходимость в разработке более эффективных и надежных систем непрерывного контроля состояния трансформаторов.

В свете растущей потребности в надежной и эффективной передаче электроэнергии в современном мире проблема непрерывного контроля состояния трансформаторов приобретает особую актуальность. Несмотря на свою ключевую роль в электроэнергетике, трансформаторы подвержены износу и риску отказа, что может привести к авариям и существенным экономическим потерям.

Решение данной проблемы требует современных и инновационных подходов, и мы предложили ряд мер, которые могут существенно улучшить контроль состояния трансформаторов.

Предложения по решению проблемы неэффективного контроля состояния трансформаторов:

1. **Внедрение систем мониторинга в реальном времени.** Системы мониторинга в реальном времени могут включать в себя сеть датчиков, размещенных на трансформаторе, которые постоянно измеряют различные параметры, такие как температура, нагрузка, уровень изоляции и др. Эти данные передаются центральной системе для анализа, что позволяет оперативно обнаруживать изменения и предотвращать потенциальные проблемы.

2. **Использование искусственного интеллекта и анализа данных.** Искусственный интеллект (ИИ) может обрабатывать огромные объемы данных и выявлять скрытые закономерности. Применение ИИ и анализа данных для интерпретации информации от датчиков позволяет автоматически выявлять аномалии, предупреждать о вероятных отказах и давать рекомендации по действиям.

3. **Разработка экспертных систем.** Экспертные системы могут быть созданы на основе опыта и знаний опытных инженеров. Они используют базы данных и правила для оценки состояния трансформаторов и формулирования рекомендаций по обслуживанию. Это позволяет учиться на прошлых опытах и сокращает риски человеческих ошибок.

4. **Усовершенствование дистанционного мониторинга.** Современные технологии позволяют операторам дистанционно мониторить и управлять трансформаторами через интернет и сети связи. Это обеспечивает оперативную реакцию на изменения в работе оборудования, исключая необходимость физического присутствия на месте.

5. **Исследование новых материалов и технологий.** Осуществление исследований по новым материалам для изоляции и охлаждения трансформаторов, а также по современным методам изготовления, может увеличить надежность и срок службы трансформаторов, снижая вероятность возникновения нештатных ситуаций.

6. **Обучение персонала.** Обучение инженеров и технического персонала использованию новых систем мониторинга и технологий является неотъемлемой частью успешной реализации предложенных изменений. Обученный персонал способен эффективно управлять системами и быстро реагировать на инциденты.

7. **Стандартизация и нормативное регулирование.** Разработка стандартов и нормативов для систем непрерывного контроля состояния трансформаторов помогает создать единообразные стандарты в отрасли. Это способствует более широкому внедрению инновационных методов и обеспечивает согласованный подход к обслуживанию и контролю.

Сочетание современных технологий и методик мониторинга позволит создать систему контроля состояния трансформаторов, которая минимизирует

риски аварийных ситуаций и обеспечит более эффективное управление электроэнергетическими системами [2].

Внедрение систем мониторинга в реальном времени, использование искусственного интеллекта и анализа данных, разработка экспертных систем, усовершенствование дистанционного мониторинга, исследование новых материалов и обучение персонала являются ключевыми компонентами этой стратегии. Эти инновационные подходы позволят оперативно выявлять и предотвращать возможные проблемы, обеспечивая более надежное функционирование трансформаторов и увеличивая эффективность системы электроэнергетики в целом.

Осуществление данных мер позволит снизить риски аварий, повысить надежность трансформаторов и обеспечить стабильное функционирование системы электроэнергетики. Кроме того, стандартизация и нормативное регулирование помогут создать единообразные стандарты и подходы в индустрии, способствуя долгосрочной устойчивости и сокращению экономических и экологических рисков.

Источники

1. Казакул А.А., Коржова О. Н. Анализ систем диагностики измерительных трансформаторов и оценка возможности их применения// Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов : сб. тр. IX Междунар. науч.-техн. конф. Благовещенск, 2019. С. 116–120.

2. Ялалъдинов, Р.Р., Сафиуллин Б.М., Муратаева Г.А. О дополнении в системе цифрового мониторинга электрооборудования объектов Транснефтьэнерго// Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты. Казань, 2022. С. 329–334.

3. Воронцов, Г. Н. Анализ конструктивных особенностей трансформаторов типа ДЦ / Г. Н. Воронцов, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 73-77.

4. Патент № 2392684 С1 Российская Федерация, МПК H01F 41/12, G01R 31/12. Способ контроля качества бумажной изоляции трансформатора : № 2009119134/09 : заявл. 20.05.2009 : опубл. 20.06.2010 / В. К. Козлов, А. Х. Сабитов, И. Х. Сабитов.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДЕТАНДЕРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ НА ГАЗОВЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ

Шарипов Б. Ф.¹, Максимов В.В.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹charpe@yandex.ru, ²viktor.maksimov.1986@mail.ru

В статье представлены примеры эффективного использования электрической детандерной установки в газовых компрессорных станциях. Применение электрической детандерной установки рассматривается, как альтернативный источник электроэнергии в системе электроснабжения компрессорной станции, а также использование в собственных нуждах для обеспечения бесперебойного электроснабжения. Принципиальная работа электрической детандерной установки – это преобразование внутренней энергии газа в механическую работу, а затем в электрическую энергию в генераторе с последующей транспортировкой до потребителя.

Ключевые слова: источник электроэнергии, электроснабжение, электрический детандер, газоперекачивающий агрегат, компрессорная станция, бесперебойное электроснабжение.

Компрессорные станции (далее – КС) являются ответственными объектами энергопотребления, для которых недопустимы сбои и перерывы в электроснабжении. Проблемы эксплуатации показывает, что КС подключенный к электроснабжению линиям электропередач (далее – ЛЭП) приводят к снижению надежности КС до 90%, это связано с получением электроэнергии от высоковольтных ЛЭП на КС и отказов в системах электроприводов газоперекачивающих агрегатов и энергоснабжения собственных нужд [1], а потери электроэнергии по линиям ЛЭП при транспортировке в удаленные КС достигает более 14%. Главными потребителями электроэнергии в системах собственных нужд является охлаждение газа, маслоохладители, система вентиляции и т.д. На эти нужды затрачивается от 2 до 5 МВт мощности, для этого установлены несколько сотен передвижных автоматизированных электростанций (далее – ПАЭС) мощностью до 4 МВт. Для уменьшения нагрузки на электросети, предотвращения сбоев и перерывов в электроснабжении КС, снижение энергетических затрат на собственные нужды, нужно рационально использовать альтернативные источники электроэнергии.

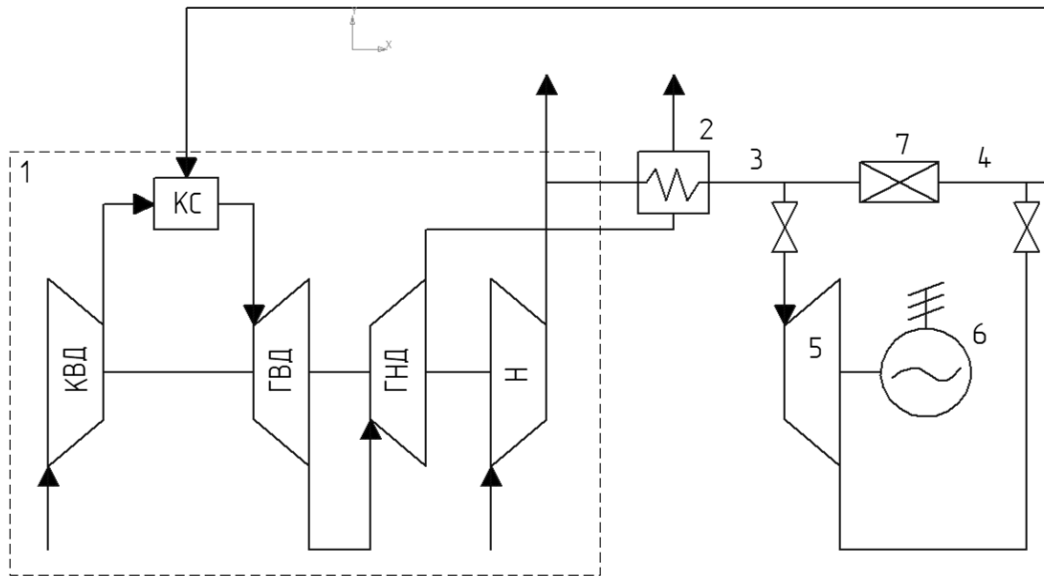


Рис. Схема установки ЭДУ, работающего в системе топливного газа ГПА в КС:
 1 – газоперекачивающий агрегат (ГПА); 2 – теплообменник предварительного подогрева
 газа; 3,4 – трубопроводы высокого и низкого давления; 5 – детандер;
 6 – генератор; 7 – регулятор давления газа.

Для решения этих задач, необходима модернизация газоперекачивающих агрегатов (далее – ГПА) и энергоагрегатов, использующих для перекачки газа и собственных нужд в автономном питании от различных источников энергии. Создание комбинированной энергоустановки, снабженной электрическая детандерной[2] установкой (далее – ЭДУ) (см. рисунок), являющимся автономным источником питания, работающим от потенциальной энергии сжатого природного газа, воздуха и жидкостей[3]. Установка оборудована теплообменником подогревающий природный газ, выхлопными газами двигателей, ротор газогенератора, связанный общим валом детандера и мощность газотурбинного двигателя суммируется с мощностью детандера. Без необходимости увеличения эффективной мощности ПАЭС, данная модернизация позволяет уменьшить расход топливного газа с увеличением электрического КПД установки до 40 %. Мощность ЭДУ зависит от массового расхода, перепада давления, температуры природного газа и его внутреннего КПД. Чем выше все эти показатели, тем эффективнее и больше электрическая мощность ЭДУ.

Исследования влияния ЭДУ на надежность электроснабжения ГПА, показало, что установка ЭДУ в системе топливного газа ГПА, повышает возможности безотказной работы КС[4], оборудованной двумя независимыми линиями электроснабжения до 4 %. Возможности безотказного

электроснабжения ГПА за счет ЭДУ при работах по восстановлению осинового электроснабжения составляет 95%.

Установка комбинированной энергоустановки с ЭДУ на КС будет увеличена эксплуатационная надежность [5], ликвидирована зависимость от получения электроэнергии из центральных электрических сетей и уменьшены затраты на электроэнергию, расходуемые на обеспечение их технологических нужд.

Источники

1. Бирюк В.В. Газотурбодетандерная установка собственных нужд компрессорных станций магистральных газопроводов / В.В. Бирюк, Л.П. Шелудько // Проблемы теплоэнергетики. Сб. науч. трудов по материалам XII Межд. науч.-техн. конф. Выпуск 3. – Саратов, 2014. С. 246-250.

2. Кротевич В.А. Опыт создания автономной системы электропитания для газовой промышленности // Веб-сайт Тов. "ДП УКРГАЗТЕХ". – 2018. – Режим доступа: http://www.dgt.com.ua/news/oil-gas/udk_621_362/udk_621_362.pdf (Дата обращения 27.10.22).

3. Горяев А.В. Применение детандер-генераторных агрегатов для повышения экономичности и надежности работы компрессорных станций в системе транспорта газа. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. – М., МЭИ, 2008. 21 с.

4. Агабабов В.С. Оценка эффективности использования детандер – генераторных агрегатов для получения электроэнергии / Бестопливные детандер-генераторные установки: учебн. пособие / В.С. Агабабов, А.В. Корягин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.

5. Саттаров Р.Е., Максимов В.В. Защита электрических сетей от перенапряжения // Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация". Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2022. С. 128-131.

ОПТИМИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ПОДСТАНЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шарифуллин Р.Р.¹, Валиуллина Д.М.², Валиуллин С.Р.³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹sharifravil@mail.ru, ²valiullinadiliya@mail.ru, ³save1313@mail.ru

В тезисе предложена оптимизация средств при техническом обслуживании и ремонте подстанционного оборудования.

Ключевые слова: подстанционное оборудование, визуальный осмотр, электропотребители, диагностика, силовая подстанция.

Техническое обслуживание (ТО) – надежный, проверенный временем и экономически выгодный комплекс мер для продления рабочего ресурса всего высоко- и низковольтного электрооборудования в период эксплуатации трансформаторной подстанции. Правильно выполненное по графику техническое обслуживание – это основа безопасной эксплуатации трансформаторной подстанции, являющейся одним из главных звеньев системы электроснабжения. Выполнение ТО является одним из условий по оперативному восстановлению электрической схемы в момент аварийной ситуации.

Трансформаторные подстанции в комплексе с распределительными устройствами (РУ) представляют собой сооружения, предназначенные для приёма, преобразования и распределения электрической энергии по отходящим линиям к конечным электропотребителям. Комплекс работ в рамках обслуживания трансформаторных подстанций и распределительных устройств включает в себя меры, направленные на предотвращение возникновения неисправностей в оборудовании путём профилактики, устранения неисправностей на начальных стадиях, когда они ещё не приводят к внезапным отказам аппаратов.

Плановое техническое обслуживание трансформаторных подстанций (ТП) - это основной комплекс работ проводится ежемесячно. Предусматривает выполнение следующих операций:

- 1) визуальный осмотр внешних элементов ТП;
- 2) чистку, смазывание и затягивание соединений, подвижных элементов (при необходимости);
- 3) замену предупреждающих знаков, схем, при необходимости;
- 4) проверку высоковольтных ячеек по установленной схеме;

- 5) обследование силового трансформатора на повышенные шумы;
- 6) осмотр кабельных линий, концевых и соединительных муфт (в пределах доступности);
- 7) тепловизионное обследование электрооборудования;
- 8) устранение выявленных неполадок.

Все работы и результаты фиксируются в актах технической приемки.

Внеплановое обслуживание трансформаторных подстанций требуется после стихийных бедствий, критических скачков напряжения, аварийного срабатывания выключателей.

Комплекс работ включает:

- 1) визуальный осмотр электрооборудования силовой подстанции;
- 2) выявление причин возникновения аварийной ситуации;
- 3) диагностику силового электрооборудования;
- 4) измерение технических характеристик.

Чтобы поддерживать оборудование в исправном техническом состоянии, нужны серьезные финансовые траты. Оптимизация затрат на техническое обслуживание и ремонт помогает сократить расходы предприятий, повысить величину оборотных средств компании, способствует более качественному проведению регламентных работ, продлению срока службы оборудования.

Выделяются основные проблемы проведения техобслуживания и ремонта, которые снижают эффективность работы электрооборудования, повышают затраты хозяйствующих субъектов:

а) экономия средств направлена не на удешевление работ, услуг без ухудшения их качества, а сводится к формальным действиям по выбору более дешевых (и не всегда надежных) подрядчиков;

б) обратная ситуация — выделяются дополнительные средства, чтобы привлечь более надежных, но и дорогих подрядчиков, но при этом не достигается необходимый эффект, так как выделенные средства используются нерационально. Часто единственный результат смены подрядчика — лишь удорожание их работ;

в) свободные средства, запланированные на техобслуживание и ремонт, стремятся израсходовать любым способом. Формально перерасходования средств нет, план расходов выполняется, но по факту не достигается возможная экономия, растут складские остатки запчастей. Это по сути приводит к вымыванию оборотных средств, затовариванию склада, созданию запасов, большая часть которых так и не будет использована в производственной деятельности;

г) рост расходов на техобслуживание и ремонт маскируется за счет роста расходов на собственный соответствующий технический персонал —

увеличивается заработная плата, количество работников, зачастую без учета оценки реальной необходимости подобного шага;

д) деление затрат на техническое обслуживание и капитальный ремонт осуществляется не для того, чтобы провести детальный анализа и проконтролировать расходы. По факту на предприятии эти расходы не отличают друг от друга и наличие двух статей расходов используют лишь как лазейку для заимствования необходимого финансирования по второй статье при израсходовании отведенных лимитов по первой статье;

е) нет единых регламентов планирования проведения техобслуживания и ремонта с выделением приоритетов работ, не работает система предварительного предупреждения вероятных поломок, работы производятся по факту выявления неисправностей;

ж) допускаются существенные ошибки в планировании, планы формируются не оперативно, неверно оцениваются объемы работ, стоимость самих работ и запчастей, их количество;

з) не оценивается эффективность работы технической службы, не разработана система ответственности за оперативность выполнения ремонтных работ, нет системы документирования заявок, оценки сроков их исполнения, не документируются выявленные поломки и проведенные ремонты, замененные детали и узлы;

и) стратегические решения принимаются без учета мнений опытных практикующихся специалистов, не налажено взаимодействие служб компании;

к) есть чрезмерная регламентация производственных процессов, снижающая оперативность принятия решений, лишаящая производственный процесс необходимой гибкости.

Таким образом, чтобы минимизировать расходы на техобслуживание и ремонт, необходимо действовать комплексно, решая организационные, методологические и финансовые проблемы этой области производственной деятельности.

Источники

1. Камалов И. Р., Максимов В. В. Контрольно-измерительное оборудование - мониторинг подстанций и других энергообъектов // Наука и образование в условиях мировой нестабильности: проблемы, новые этапы развития: Материалы II международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 апреля 2022 года. – г. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Манускрипт", 2022. – С. 286-287.

2. Обслуживание электрических подстанций / О. В. Белецкий, С. И. Лезнов, А. А. Филатов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 416 с.

3. Петрова С. С., Васильева О. А., Шахова М. А., Попов М. Г. Электрическая часть станций и подстанций: Учебное пособие / С. С. Петрова – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2019. – 144с.

4. Обслуживание электрических подстанций: теория и практика: Учебное пособие / А. И. Вантеев. – Москва; Вологда: Инфра-инженерия, 2021. – 368 с.

5. Температурный контроль обмоток на электрических машинах / Д. Р. Абдрашитов, Р. И. Нигматзянов, О. Е. Куракина, О. В. Воркунов // Проблемы и перспективы развития электроэнергетикии электротехники: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Казань, 12–13 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 3-7.

УСЛОВИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ В ЕДИНУЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

Широбоков Е.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

efimsirobokov@gmail.com

Науч. рук. доц. Булатова В. М.

В данной работе рассматривается тема условий включения объектов распределенной генерации в единую энергетическую систему. На этапе введения обозначается актуальность данной проблемы в свете энергетической трансформации.

Ключевые слова: Распределённая генерация, генерация, ОЭС, электроэнергия, энергия, малая энергетика.

В условиях всеобъемлющей энергетической трансформации все большую популярность приобретает распределенная генерация электроэнергии. Она основана на использовании маломощных источников энергии, размещенных близко к местам потребления. Однако, интеграция этих объектов в единую энергетическую систему представляет собой сложную задачу, требующую определения оптимальных условий и решения целого ряда технических, экономических и правовых вопросов[1].

1. Технические условия: Первым шагом в интеграции объектов распределенной генерации является создание технической инфраструктуры для передачи и распределения электроэнергии. Это включает в себя установку электроподстанций, линий передачи, счётчиков, системы управления и контроля, а также обеспечение стабильности сети. Необходимость соблюдения технических требований и нормативов является ключевым фактором для успешной интеграции объектов распределенной генерации.

2. Экономические условия: Одним из главных вызовов интеграции распределенной генерации является экономическая эффективность. Объекты распределенной генерации, такие как солнечные батареи, ветрогенераторы или генераторы на основе биомассы, требуют значительных инвестиций для установки и обслуживания. Поэтому важно разработать стимулы и механизмы поддержки этих объектов, чтобы обеспечить их рентабельность и привлекательность для потенциальных инвесторов.

3. Правовые условия: Интеграция объектов распределенной генерации также требует адаптации правового и регуляторного окружения. Необходимо разработать нормативные акты, определяющие правила подключения объектов

генерации к единой энергетической системе, распределение прибылей, механизмы гарантированного выкупа электроэнергии и другие важные аспекты. Регуляторы должны обеспечить равные условия для всех участников рынка и гарантировать безопасное и надежное функционирование системы.

4. Управление и интеграция: С точки зрения управления, интеграция объектов распределенной генерации требует разработки адекватных систем управления, которые могут эффективно балансировать производство и потребление электроэнергии. Ряд новых методов и технологий, таких как управление нагрузками, накопление энергии и управление микрогридами, могут быть использованы для управления и оптимизации работы распределенных генерирующих объектов[2].

Таким образом, интеграция объектов распределенной генерации в единую энергетическую систему предоставляет значительные преимущества, такие как повышение устойчивости энергосистемы, снижение выбросов парниковых газов и увеличение энергетической независимости. Однако, для достижения этих преимуществ необходимо учитывать различные условия и преодолевать некоторые вызовы. Технические требования, экономическая эффективность, правовое регулирование и управление - все эти аспекты должны быть систематически рассмотрены и учтены для успешной интеграции объектов распределенной генерации в энергетическую систему.

Источники

1. Что такое распределенная генерация и распределенные энергетические системы

<https://eenergy.media/archives/24626> (дата обращения 08.10.2023)

2. Тренд времени - распределённая генерация: как он реализуется в России и как влияет на отрасль //www.sstu.ru/upload/medialibrary/6dc/VE-2020_02_27_v-pechat.pdf#page=20 (дата обращения 08.10.2023)

3. Тарифы на электроэнергию как стимулирующий фактор развития распределенной генерации в России / М. Ш. Гарифуллин, С. О. Каминский, М. И. Лашманова, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 81-96. – EDN XTFNPH.

МОНИТОРИНГ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6-10 КВ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Шкарупа И.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

Филиал АО «Сетевая компания» ПЭС, п. Высокая гора, Россия

shkarupa.ivan16@gmail.com

Науч. рук. доцент Денисова Н.В.

В тезисе предложена математическая модель расчета остаточного ресурса изоляции кабелей. На основе данной модели разработан аппаратно-программный комплекс, который предназначена для гарантированного контроля температуры изоляции, напряжения и тока в жиле и экране кабеля.

Ключевые слова: кабель, остаточный ресурс, изоляция, напряжение, температура.

В условиях постоянных изменений напряжения и температуры в процессе эксплуатации кабеля, для определения скорости разрушения материала требуется рассчитывать ее с шагом в 1 секунду. Функция изменения количества неразрушенных молекул вещества будет выглядеть:

$$N_t(t) = N_0 - \int_0^t v(t)dt$$

Однако интегрирование в устройстве возможно только при использовании численных методов, в связи с этим, функция количества неразрушенных молекул будет преобразована к виду:

$$N_t(t) = N_0 - \int_0^t v(t)dt = N_0 - \Delta t * \left(\frac{v_0 + v_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} v_i \right)$$

Учитывая большую временную протяженность процессов, предлагается оптимизировать процесс расчета, и производить подсчет количества неразрушенных молекул каждую секунду:

$$N_t(t_i) = N_{i-1} - \frac{v(i) + v(i-1)}{2} * \Delta t$$

Важно также определить показательный параметр экспоненциальной функции для прогнозирования срока службы:

$$b \sum_{i=1}^n t_i + n \ln N_0 = \sum_{i=1}^n \ln N_i$$

Предлагается одновременно с подсчетом количества неразрушенных молекул вычислять слагаемые, составляющие сумму в данном уравнении.

После того, как показательный параметр b вычислен, будет выполнено определение прогнозируемого срока безотказной работы, прогнозируемого срока службы и остаточного ресурса изоляции[1].

Для того чтобы использовать данную математическую модель расчета остаточного ресурса изоляции кабелей, разработана структурная схема аппаратно-программного комплекса. Она предназначена для гарантированного контроля температуры изоляции, напряжения и тока в жиле и экране кабеля[2]. Такой комплекс является необходимым при работе с кабелями и повышает безопасность и надежность их эксплуатации (см. рисунок).

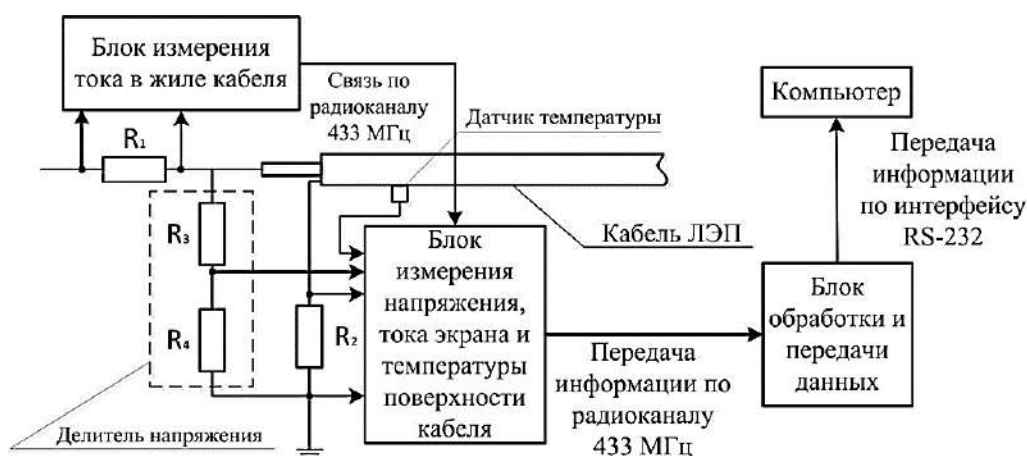


Рис. Структурная схема системы мониторинга

Для создания прототипа устройства были использованы три распространенные платформы Arduino, каждая включает блоки измерения тока жилы, тока экрана, напряжения и температуры, а также блок обработки и передачи информации[3,4].

Напряжение с токового шунта R_1 подается на АЦП платы Arduino для определения действующего значения тока. Питание устройства осуществляется от аккумулятора, а полученные результаты измерений передаются по каналу 433 МГц.

Для измерения напряжения делителя и токового сигнала с токового шунта R2 используется вторая плата Arduino с подключенным датчиком температуры DS18B20 и приемником/передатчиком 433 МГц.

После обработки информации микроконтроллер третьей платы формирует пакет данных и передает их на компьютер через интерфейс RS-232 для расчета остаточного ресурса изоляции кабеля.

Данная система мониторинга позволит исходя определять время безотказной работы, прогнозируемый срок службы и остаточный ресурс кабеля.

Источники

1. Никитин, К. И. Определение срока службы изоляции / К. И. Никитин, Д. А. Поляков // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 3. – С. 129-132.

2. Пономарев Н.В. Анализ методов диагностики состояния силовых высоковольтных кабельных линий / Н.В. Пономарев// *Вестник КузГТУ*. - 2012. - № 5(93). - С. 68–71.

3. Катус, Г.П. Оптические датчики температуры / Г.П. Катус - М.: ГосЭнергоИздат, 1959. - 111 с.

4. Приборы для измерения температуры и их поверка : инструктивные материалы / под ред. А.Н. Гордова, Б.И. Пилипчука - М.: Стандартгиз. - 1957. - 470 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ В MATLAB SIMULINK

Юдина А.Е.¹, Сабитов А.Х.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹adelya.yudina@inbox.ru

В данной работе рассматривается программный метод расчёта различных режимов работы электрической сети в системе автоматизированного проектирования. Данный метод позволит воспроизводить всевозможные состояния линий электропередач. В основе данного метода лежит модульное программирование и использование командных файлов из встроенных библиотек. Проведена оценка целесообразности применения MATLAB SIMULINK при моделировании электросетевых задач.

Ключевые слова: линии электропередач, методика, состояние, симуляция, режимы работы.

В связи с тем, что модернизация электрических сетей и рост нагрузок на существующие сети возрастает необходимо предусматривать дополнительные условия оперативного управления режимами работы на объектах электроэнергетических систем. Важнейшее условие для устойчивого функционирования электрической сети – передача электроэнергии с наименьшими потерями. Именно по этим причинам необходимо применять методы математического моделирования в электрических сетях[1].

В рамках данной работы использовался простейший комплекс пакетных программ – Matlab Simulink. Данный комплекс позволяет не только использовать стандартный набор алгебраических и дифференциальных уравнений, но и создавать свои. Удобство использования заключается в наличии блочных схем, что позволяет моделировать работу приборов, задавать параметры работы электрических сетей, а также создавать структурное и имитационное моделирование.

Для исследования возможностей используемого программного пакета проводился расчёт рабочего состояния сети по стандартной схеме замещения электрической сети. Но сложность схемы не даёт применять стандартные методы расчётов, из-за этого режим и параметры представляются в матричной форме[2]. Для определения установившихся значений переменных в режиме «STEADYSATE» можно отследить как изменяются значения переменных модели, нелинейных элементов и переменных источников (рис.1).

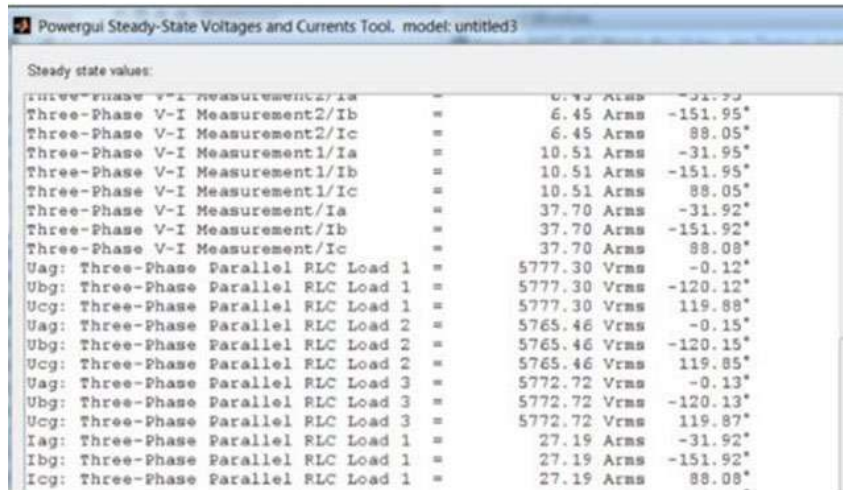


Рис.1. Пример расчёта параметров в режиме «STEADYGATE»

Результаты расчёта представляются в виде амплитудных значений параметров режима и действующих значений величин. Важно упомянуть, что результаты расчёта представляются для начального состояния элементов схемы, если отсутствуют данные о начальном состоянии, то результаты расчёта чаще всего будут ошибочными [3].

Для того, чтобы изменять параметры и режимы электрической сети можно использовать библиотеку «AppDesigner», которая позволяет изменять параметры электрической сети – марку провода, сопротивления, мощностей (рис.2), коэффициент мощности, а также количество и параметры трансформаторов с различным коэффициентом трансформации.

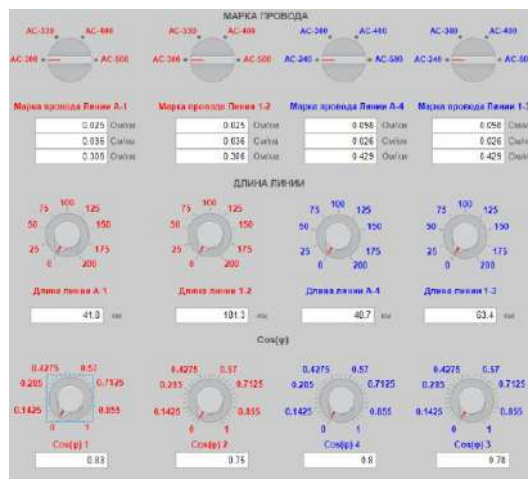


Рис.2. Интерфейс библиотеки «AppDesign» с вкладкой изменения параметров электрической сети

Исходя из возможностей данной программы можно производить различные классические расчёты уравнений и математических задач, а также

данный программный пакет позволяет создавать свои математические модели, позволяющие решать профильные задачи. При использовании Matlab можно моделировать высоковольтные электрические сети при наличии реальных исходных данных и выявлять потенциально опасные режимы работы, а также производить моделирование абстрактных электрических сетей для изучения экспериментальных исследовательских проектов.

Источники

1. Сафиуллин, Б. М. Методы контроля воздушных линий электропередачи / Б. М. Сафиуллин, Н. В. Фатхелисламов, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация» : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. Том 1. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 50-52.

2. Galiev, I. F. Analysis of the Reliability and Efficiency of Local Power Supply Systems at Major International Events / I. F. Galiev, A. E. Sabitov // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 190. – P. 269-278. – DOI 10.1007/978-3-030-86047-9_28.

3. Разработка алгоритма симметрирования нагрузок в сетях 0,4 кВ при распределенной нагрузке вдоль линии / Л. Куок Кыонг, А. М. Маклецов, А. Альзаккар [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24, № 2. – С. 87-97. – DOI 10.30724/1998-9903-2022-24-2-87-97.

4. Муратаева, Г.А. Мероприятия по диагностике кабельной линии 6-10 кВ / Г.А. Муратаева, Ф.В. Сахаров // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Москва, 30 июня 2022 года / Редколлегия: Бабаева З.Ш. [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 74-79.

5. Воркунов, О. В. Современные методы контроля и диагностики кабельных линий электропередачи среднего и высокого напряжений / О. В. Воркунов, Л. Ф. Загидуллина // Оперативное управление в электроэнергетике: подготовка персонала и поддержание его квалификации. – 2020. – № 1. – С. 11-14.

ОГРАНИЧЕНИЕ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙНОГО РЕАКТОРА

Яковлева Е.В.¹, Воркунов О. В.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹elizaveta.iakovleva02@mail.ru, ²vorcunov_oletg@mail.ru

Ток короткого замыкания может возникнуть в электрической системе как результат неисправностей или неправильной эксплуатации оборудования. В работе рассматривается токов короткого замыкания с помощью линейных реакторов. Рассмотрен принцип работы, недостатки и преимущества по сравнению с другими методами.

Ключевые слова: ток короткого замыкания, линейный реактор, преимущества, принцип работы, недостатки.

Ток короткого замыкания является одним из наиболее опасных и разрушительных явлений в электрических системах. Он может привести к повреждению оборудования, потере электроснабжения и даже возникновению пожара. Поэтому ограничение токов короткого замыкания является неотъемлемой частью проекта и эксплуатации электрических систем. При выборе и применении методов ограничения токов короткого замыкания следует учитывать ряд аспектов. Это включает в себя номинальное напряжение и ток системы, тип и характеристики оборудования, требования безопасности и надежности, а также экономические преимущества и ограничения[1]. Одним из способов ограничить токи короткого замыкания является использование линейных реакторов[2].

Линейный реактор – это пассивный элемент электрической цепи, который используется для ограничения токов короткого замыкания путем увеличения реактивного сопротивления в цепи. Принцип работы линейного реактора основан на эффекте индуктивности. Индуктивность – свойство электрической цепи создавать магнитное поле при прохождении через нее электрического тока.

Когда ток проходит через обмотку линейного реактора, появляется магнитное поле вокруг катушки. Это магнитное поле создает индуктивное напряжение, которое препятствует изменению тока в цепи. Индуктивность линейного реактора вызывает запаздывание изменения тока относительно изменения напряжения в цепи. При коротком замыкании в электрической цепи ток может достигать очень высоких значений. Линейный реактор ограничивает ток короткого замыкания, так как его индуктивное сопротивление препятствует

резкому изменению тока. Это помогает предотвратить повреждение оборудования и уменьшить риск появления пожара[3].

Преимущества использования линейных реакторов:

1. Линейные реакторы обеспечивают более плавное ограничение тока короткого замыкания, что позволяет избежать резких изменений в электрической системе.

2. Помогают снизить механическое напряжение на оборудовании, что повышает его надежность и продолжительность службы.

3. Позволяет снизить потери энергии, так как они ограничивают токи короткого замыкания и уменьшают нагрузку на электрическую систему.

4. Помогают устранить перенапряжения и поддерживать стабильность сети при возникновении короткого замыкания.

Недостатки:

1. Громоздкость

2. Высокие затраты

3. Могут создавать дополнительные падения напряжения и потери энергии в системе.

4. Сложность управления

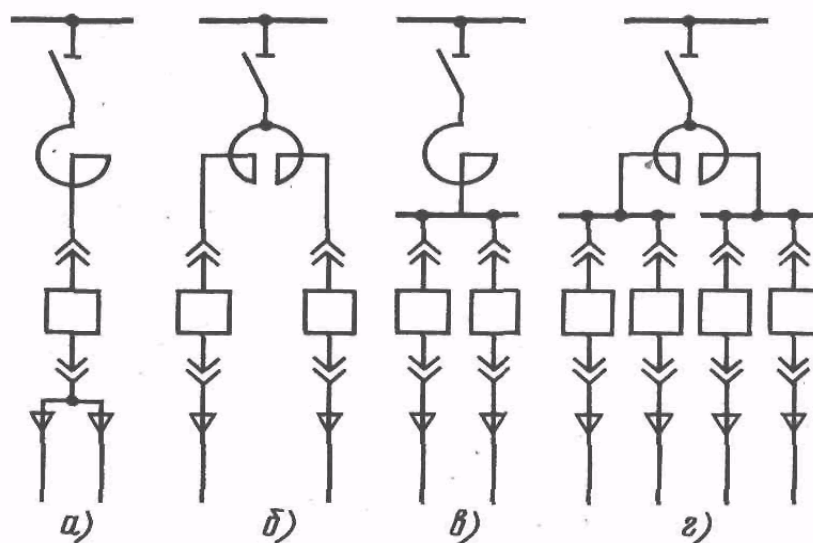


Рис. Схема включения линейных реакторов. а) одинарный реактор для одной линии; б) двоянный реактор для двух линий; в) одинарный реактор для двух линий; г) двоянный реактор для четырех линий.

Так же существуют методы для ограничения токов короткого замыкания такие, как: изменения схемы отбора мощности на собственные нужды электростанции, путем разделения сети, путем секционирования электрической

сети, путем применения трансформатора с расщепленной обмоткой низшего напряжения[4].

Рассмотрев все недостатки и преимущества линейных реакторов можно сделать вывод, что их применение является наиболее простым и эффективным способом защиты оборудования и систем от повреждений при коротких замыканиях.

Источники

1. Gonoskov, A., Andrianov, A., & Kuznetsov, N. (2019). "Improving Short-Circuit Current Limitation Capability of the Power Transformers by Shunt Low Voltage Reactors." *International Journal of Emerging Electric Power Systems*, 18(2), 171-178.

2. Минаев А.В., Рачков Д.С., Божек А.А. "Методы и средства ограничения токов короткого замыкания в энергосистемах." *Вестник Московского энергетического института*, Том 2, № 1, 2018 – С. 26-32.

3. Сагтаров, Р. Е. Защита электрических сетей от перенапряжений / Р. Е. Сагтаров // Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация": Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах, Казань, 27–29 апреля 2022 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 128-131.

4. El-Metwally K., Bayoumi M. "Optimum Setting and Coordination of Overcurrent Relays Using Genetic Algorithm." *Energies*, Vol. 11, No. 3, p. 592.

5. Емдиханов, Р. А. Применение информационных систем для решения проблем современности / Р. А. Емдиханов, Р. С. Зарипова // Технологический суверенитет и цифровая трансформация : Международная научно-техническая конференция, Казань, 05 апреля 2023 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 70-72.

6. Никоноров, Д. П. Визуализация и компьютерное моделирование энергетических систем / Д. П. Никоноров, Р. С. Зарипова // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование : Международная научно-техническая конференция. Электронный сборник научных статей по материалам конференции В 3-х томах, Алматы, Казань, 20–21 октября 2022 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 584-587.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХПРОВОДНИКОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Янгиров А.Ю.¹, Максимов В.В.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹yangirovalbur18@gmail.com

В тезисе описывается применение сверхпроводников в энергетической отрасли. технологии, связанные со сверхпроводимостью, их потенциал для повышения эффективности и надежности энергетических систем. Все сверхпроводники обладают общим свойством полной отсутствия электрического сопротивления, что позволяет им эффективно проводить электрический ток без потерь. Они также обладают явлением подавления магнитного поля, которое проявляется при снижении температуры ниже их критической температуры. Эти свойства делают сверхпроводники полезными для множества технологических и промышленных приложений, таких как энергетика, медицина и компьютерная техника.

Ключевые слова: сверхпроводники, магнитное поле, потери, энергетическая система, электропередача, генерация, критическая температура, сверхпроводимость, электрический ток, электрическое сопротивление.

Существует несколько типов сверхпроводников, каждый из которых обладает своими уникальными свойствами. Некоторые из них включают:

1. Тип I сверхпроводников: Этот тип сверхпроводников характеризуется тем, что они могут эффективно проводить электрический ток только при очень низких температурах, близких к абсолютному нулю (менее 10 К). Они также имеют одну критическую температуру, выше которой они переходят в нормальное состояние. Сверхпроводимость в них обеспечивается полным отсутствием электрического сопротивления.

2. Тип II сверхпроводников: в отличие от типа I, тип II сверхпроводников имеют две критические температуры: нижнюю и верхнюю. При нижней критической температуре они обладают полной сверхпроводимостью, а при верхней они переходят в нормальное состояние. Тип II сверхпроводники имеют более широкий диапазон рабочих температур и могут проводить электрический ток в сильных магнитных полях[1].

3. Высокотемпературные сверхпроводники: Это сверхпроводники, которые имеют относительно высокие значения критической температуры (выше 30 К). Обычно состоят из соединений меди с кислородом, или из сплавов, содержащих барий и медь[2].

4. Магнитные сверхпроводники: Это тип сверхпроводников, которые могут проводить электрический ток, не подвергаясь воздействию внешнего магнитного поля. Это предотвращает попадание магнитного поля внутрь сверхпроводника и ослабляет его воздействие на окружающую среду.

Сверхпроводники имеют огромный потенциал для применения в различных технологиях энергетики. Вот некоторые из применений сверхпроводников в данный момент и в будущем:

1. Энергопередача: Одним из главных применений сверхпроводников является использование их в системах энергопередачи. Сверхпроводящие кабели снижают потери энергии в сети транспортировки электричества, так как нет сопротивления проводящего материала[3].

2. Генерация и хранение энергии: Сверхпроводники могут использоваться для создания более эффективных генераторов и хранилищ энергии. Они могут обеспечить высокий коэффициент мощности и высокую плотность энергии, что полезно для больших электрических систем, таких как электростанции.

3. Магнитные системы: Сверхпроводники способны создавать сильные и постоянные магнитные поля. Это может быть полезно для магнитной левитации в железнодорожном транспорте или для создания магнитных сепараторов в отраслях, где требуется сортировка материалов[2].

4. Энергия ветра и солнечная энергия: Сверхпроводники также могут быть использованы для более эффективного сбора и хранения энергии от ветра и солнечной энергии. Например, сверхпроводящие генераторы могут увеличить эффективность генерации энергии от ветряных турбин.

5. Физические исследования: Сверхпроводники могут быть полезными инструментами для физических исследований энергетических процессов[1]. Они могут создавать высокие магнитные поля, необходимые для исследования различных материалов и явлений.

6. Квантовые компьютеры: Сверхпроводники также используются в сфере квантовых компьютеров. Они могут быть использованы для создания базовых элементов квантовых вычислений и обеспечения стабильной работы квантовых процессоров.

Применение сверхпроводников в энергетике все еще ограничено высокими требованиями к температуре, необходимостью постоянного охлаждения и существенными затратами на производство. Однако, эти применения свидетельствуют о том, что сверхпроводники обладают потенциалом для усовершенствования технологий энергетики и играют важную роль в достижении более эффективной и устойчивой энергетической системы.

Источники

1. Квасников И.А.: Введение в теорию электропроводности и сверхпроводимости. – М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2010. – 216 с.
2. Гинзбург В.Л. О сверхпроводимости и сверхтекучести. Автобиография: Сборник статей и выступлений. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2006. – 228 с.
3. Мавляветдинов, А. А. Снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях / А. А. Мавляветдинов, Д. М. Валиуллина // XVI Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике», Казань, 20–21 октября 2021 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-полиграфическая компания "Бриг", 2022. – С. 162-164.

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Яхин Ш.Р.¹, Галиев И.Ф.², Гизатуллин А.Р.³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹yahinshr@mail.ru

В тезисе изложен подход к оценке эффективности основных мероприятий по реконструкции и модернизации участков распределительной сети 6(10) кВ на основании критерия экономической целесообразности инвестиций в расчете на допустимые сроки окупаемости.

Ключевые слова: распределительная сеть, модернизация сети, надежность электроснабжения, ранжирование мероприятий.

В [1] представлена методика ранжирования мероприятий по реконструкции и модернизации распределительной сети (РС), алгоритм которой выстраивался на выделенных уровнях иерархии фидеров: I-й – центр питания (ЦП) – магистраль фидера до кольцевого разъединителя (КР), если он есть; II-ой - магистраль – протяженное ответвление с трансформаторными подстанциями (ТП) (от 500 м и 2-х ТП и более); III-й - ТП с ответвлением.

На основании произведенных вычислений в таблице 1 приведен перечень основных мероприятий по реконструкции и модернизации на участках РС с ранжированием по убыванию относительной частоты отказов ω^* и возрастанием их стоимости, включая доставку оборудования к месту монтажа, СМР и ПНР.

Таблица 1. Стоимость мероприятий по реконструкции РС

№ уровня РС	Ранг мероприятия	Содержание мероприятия	Стоимость единицы, включая СМР и ПНР, тыс.руб.
Первый уровень	1	Вырубка просек на отдельных участках РС 0,4-10 кВ за 1 Га	186,45
	2	Замена провода на СИП на отдельных участках сети 10 кВ/км, подверженных частым повреждениям (до 300 м)	1668,55
	3	Замена модуля вакуумного выключателя в ячейке	338,58
	4	Установка цифровых защит на отходящих фидерах (1 комплект) на фидер (БЭМП, БМРЗ и др.)	286,37
	5	Установка устройств автоматического определения замыканий	220,36

	6	Замена маломасляных выключателей на вакуумный	960,00
	7	Установка автоматических отделителей вместо ОР	960,00
	8	Замена КР на реклоузер вакуумный	2078,11
	9	Замена секционирующих ЛР на вакуумный реклоузер	2078,11
	10	Замена ячеек 10 кВ в ЦП с вакуумными выключателями	2290,94
	11	Замена неизолированных проводов на всей магистрали на СИП (0,3–5 км)	1028,84
	12	Замен на СИП ВЛ 10кВ (> 5 км)	801,44
	13	Мероприятия 1–12 в различных комбинациях	
Второй уровень	1	Замена голых проводов на отдельных участках ответвлений (0,3–5 км)	1028,84
	2	Установка устройств ПТК	16,35
	3	Установка устройств автоматического определения замыканий (в т.н. 033)	220,36
	4	Установка автоматических отделителей вместо ОР или реклоузеров	960,00
	5	Установка реклоузеров вместо ОР	2078,11
	6	Замена провода на СИП по всей длине (> 5 км)	801,44
Третий уровень	1	Замена голого провода ответвления на СИП (до 300 м)	1668,55
	2	Установка плавкой вставки на ответвление	16,35
	3	Установка одновременно по пп. 1 и 2	
	4	Реконструкция ТП	Согласно смете
	5	Замена ТП	Согласно смете

Из статистики отказов ОАО «СК» за последние 3 года следует, что до 25% отключений линий происходит из-за отказов оборудования в ТП, на ответвлениях к ним и у потребителей. Методика расчета показателей надежности и эффективности капиталовложений на двух закольцованных фидерах была позаимствована из [2].

Проведение мероприятий приведет к снижению фактических значений ущербов $U_{\Phi, \Sigma}$ в РС на величину $\Delta U_{\text{м}} = U_{\Phi, \Sigma} - U_{\text{м}}$, где составляющая $U_{\text{м}}$ после мероприятий на фидерах определяется расчетным путем. Составляющие $\Delta U_{\text{м}}$ на участках закольцованного фидера в широком диапазоне значений частот оперативных и аварийных отключений линий (от 4 до 32 на 100 км длины) определяться из разницы значений $U_{\Phi, \Sigma}$, приведенных для вариантов РС В1 (до модернизации) и В2 (после нее) в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты расчетов по вариантам РС.

№ варианта	Расчетные $U_{ф,Σ}$, тыс. руб./год для вариантов РС при числе отключений на 100 км длины							
	4	8	12	16	20	24	28	32
$S_{нт} = 30,75\% \text{ от } S_{ном,Σ}$								
B1	840,3	959,5	1077,5	1179,0	1310,6	1403,8	1526,2	1644,6
B2	657,6	693,4	723,3	759,4	790,6	821,9	877,4	908,6
$S_{нт} = 36,05\% \text{ от } S_{ном,Σ}$								
B1	985,2	1124,9	1263,3	1382,3	1536,5	1645,9	1789,4	1928,1
B2	771,1	813,1	848,1	890,4	927,2	963,6	1028,7	1065,3

Рассчитанные значения ΔU_m для участков фидеров, по сути, составляют величину «внутренних» инвестиций, направляемых на поддержание надежности РС на требуемом уровне, включая замену оборудования, ТО и ремонт в расчете на закольцованный фидер длиной 33,4 км и общей нагрузкой ТП $S_{нт}$ относительно суммарной номинальной $S_{ном,Σ}$. Решение относительно внедрения конкретного перечня мероприятий (капвложений) принимают соответствующие специалисты служб филиалов ОАО «Сетевая компания».

Источники

Методика ранжирования эффективности мероприятий по реконструкции и модернизации участков распределительной сети / Ш. Р. Яхин, И. Ф. Галиев, А. Р. Гизатуллин, А. М. Маклецов // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года / Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 370-373.

I. F. Galiev, R. Y. Shamil, A. M. Makletsov, R. I. Galiev, "Development of Methods to optimize the Number and Places of Installation of Active-Adaptive Sectionalizing Elements with an Assessment of the Effectiveness of Measures in the Distribution Network," 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), Magnitogorsk, Russian Federation, 2022, pp. 445-452, doi: 10.1109/UralCon54942.2022.9906627.

НАПРАВЛЕНИЕ 2: РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИ СИСТЕМАХ

УДК 621-315.175

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДНЫМИ ОБРАЗОВАНИЯМИ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Алексеев Ф.В.¹, Писковацкий Ю.В.²
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия
lo117031981@bk.ru¹, yura_kazan@mail.ru²

В тезисе рассматриваются сущность возникновения гололедных образований на линиях электропередач и их последствий. Описаны методы борьбы с обледенением проводов. Проведен анализ преимуществ и недостатков каждого из них.

Ключевые слова: обледенение, ЛЭП, методы борьбы, способы устранения, электротермический способ.

Обледенение – опасное явление, приводящее к ухудшению прочности, безопасности и долговечности линий электропередач. Гололедные образования на ЛЭП возникают в результате замерзания влаги на проводах и других элементах линии. Это происходит при температуре воздуха ниже нуля градусов и высокой влажности. В результате на проводах образуется слой льда, который может привести к нарушению работы линии и даже к её обрыву, разрушению опор.

Для борьбы с гололедными образованиями применяются различные методы и технологии, которые помогают предотвратить накопление льда на линиях электропередачи и обеспечить надежную работу энергосистемы.

В настоящее время используют пять методов борьбы с обледенением проводов на линиях электропередач. Рассмотрим каждый из них подробнее.

1. Механическое воздействие на ЛЭП – применение специальных приспособлений, предназначенных для сбивания льда с проводов посредством приложения механической силы. Самый простой способ, осуществляют при помощи длинных шестов с автовышки или же с земли, установленных на специальных механизмах. К преимуществам данного метода можно отнести простую технологию и отсутствие необходимости дорогостоящего оборудования. Недостатками являются значительные трудозатраты, возможность повреждения провода, длительная продолжительность проводимых работ[1].

2. Физико-химический метод борьбы – нанесение на провода растворов специальных химических веществ, устойчивых к холоду и замерзающих при температурах, значительно более низких, чем вода. Преимущества: исключается возможность возгорания и короткого замыкания. Недостатки: необходимы частые обновления растворов; для больших расстояний нанесения вещества необходимо специальное оборудование[2].

3. Электротермический способ заключается в нагреве током проводов до температуры, составляющей выше нуля градусов. Это обеспечивает плавку льда, а также предотвращает его образование при профилактическом подогреве. Такой подогрев начинают при климатических условиях, когда его появление становится возможным. Применяются схемы питания, не требующие отключения потребителей. Данный способ является наиболее распространенным. Плавление льда осуществляют постоянным и переменным током. На высоковольтных линиях напряжением 110 кВ и ниже используется переменный ток, выше 110 кВ – постоянный. Такой способ более экономичный и менее трудоемкий. К недостаткам относят необходимость непрерывного прогрева проводов для предотвращения образования гололеда, отключение потребителей на время плавки, а также высокую стоимость выпрямителей тока.[3]

4. Электромеханический метод борьбы с гололедными образованиями представляет собой удаление льда с помощью электромеханического воздействия на него, без отключения потребителя. При протекании тока определенной частоты и формы по проводам возникает сила Ампера, в результате которой происходят механические колебания, предупреждающие образование обледенения и разрушающие корку льда. Преимущества: существенное снижение времени и энергии, требуемых на очистку, за счет применения механического, а не термического воздействия. К недостаткам относят отключение от работы линии электропередачи[4].

5. Комбинированный метод – сочетание в себе нескольких методов для обеспечения наиболее эффективной борьбы с гололедными образованиями. К примеру, механический метод может быть использован для удаления уже образовавшегося льда, а физико-химический – для предотвращения его образования[5].

Проведенный анализ методов борьбы с гололедными образованиями показывает плюсы и минусы каждого из способов, описывает их работу и возможность применения. Нужно определить наиболее эффективный и рациональный способ для обеспечения надежности работы энергетических систем и минимизирования потенциальных аварий и перебоев в подаче электроэнергии.

Источники

1. Способ обнаружения гололедных отложений на проводах воздушных линий электропередачи / Писковацкий Ю.В., Губаев Д.Ф., Мустафин Р.Г. // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013 №1-2. с.41
2. Никитина С.А. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи // Нефтегазовое дело. 2015. №3 с. 794
3. Санакулов А.Х. Проблемы обледенения электрических и контактных сетей // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2016. №2 (69). с. 34-51
4. Современные методы борьбы с гололедными отложениями на проводах воздушных линий электропередачи средствами силовой электроники [Электронный ресурс]. URL: <https://www.energy-t.ru/about/articles/sovremennyye-metodyi-borbyi-s-gololyodnyimi-otlozheniyami-na-provodax-vozdushnyix-linij-elektropredachi-sredstvami-silovoj-elektroniki.html>
5. Способы борьбы с обледенением на проводах ЛЭП в рамках технической политики ФСК ЕЭС [Электронный ресурс] URL: <https://avatok.ru/stati/103-sposoby-borby-s-obledeneniem-na-provodakh-lep-v-ramkakh-tekhnicheskoj-politiki-fsk-ees>
6. Бекмансурова, Р. Н. Борьба с обледенением проводов воздушных линий электропередачи / Р. Н. Бекмансурова, Д. М. Валиуллина // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация» : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 9-12. – EDN MRJTLJ.

РОЛЬ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ЦЕНТРА В ЭКСПЛУАТАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ УМНЫМИ СЕТЯМИ

Афанасьева В.В.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», Казань, Россия

afanasevavalentina384@gmail.com

Науч. рук. доц. Гатауллин А. М.

Электрическая сеть состоит из систем производства, передачи и распределения. Из-за взаимосвязи этих систем и их роли в безопасной и надежной эксплуатации их управление и координация представляют собой сложную задачу. Основной задачей ЭДЦ системы электропередачи является обеспечение энергетического баланса между производством электроэнергии и потреблением, импортом и экспортом активной мощности и синхронной частоты. Диспетчерский центр контролирует поток активной мощности и другие электрические параметры, а также координирует выработку электроэнергии и интеграцию возобновляемых ресурсов.

Ключевые слова: диспетчерский центр, оператор системы передачи, энергобаланс, надежность и безопасность, напряжение, частота, возобновляемые источники энергии.

Применение возобновляемых источников энергии с помощью интеллектуальных устройств оказывает новое воздействие и увеличивает сложность эксплуатации энергосети. Фактором точной и быстрой работы является передовая система SCADA, которая предоставляет механизмы и возможности диспетчерам энергосистемы для оптимального подхода и стратегии к диспетчеризации, расчетам, анализу и принятию решений. Анализ надежности требует высокой точности и проводится для конкретных случаев. Интеллектуальные сети позволяют контролировать энергосистему в режиме реального времени с помощью интегрированных устройств.

Для обеспечения эксплуатационной безопасности в отношении частоты и напряжения диспетчерский центр играет важную роль в управлении, контроле и диспетчеризации этих параметров, учитывая меры по оптимизации, гармонизации и балансировке потоков активной и реактивной мощности в энергоблоках.

В энергосистеме требования к активной и реактивной мощности постоянно изменяются в зависимости от энергоблоков и требований потребителей. На энергетический баланс влияют: пар в клапанах турбогенераторов, количество

воды в гидрогенераторах и колебания других возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой). Поэтому их необходимо постоянно корректировать в соответствии с потребляемой мощностью, в противном случае они могут привести к колебаниям частоты. Максимально допустимое изменение частоты составляет примерно $\pm 2\%$. Поскольку нагрузка постоянно переменная, мощность и частота системы не остается на номинальном значении, а изменяется в зависимости от дисбаланса мощности. Команда в режиме реального времени непрерывно подает сигнал на энергоблок из диспетчерского центра для того, чтобы операторы откорректировали такие отклонения.

К числу необходимых сервисных механизмов оператора электропередачи электрической сети также относятся: вспомогательные услуги, такие как резерв регулирования частоты, автоматическое восстановление частоты и ручное восстановление частоты. Такие услуги должны предоставляться каждым оператором системы электропередачи или даже закупаться другими сторонами для реализации передачи электроэнергии от энергоблоков по взаимным соглашениям.

Другим наиболее важным фактором в электросети является стабильность напряжения, поэтому необходима компенсация реактивной мощности. За стабильность напряжения и улучшение его профиля отвечают увеличение коэффициента мощности передачи и трансформационной мощности, а также работа линий и сетевого оборудования. Нестабильность напряжения обычно характеризуется периодом 10-20 секунд. В этот период снижается значение напряжения на одной или нескольких шинах энергосистемы. Поток мощности в компонентах энергосистемы зависит от амплитуды и угла напряжения шины, а также реактивного сопротивления линии передачи. Энергодиспетчерский центр также играет жизненно важную роль в управлении и оптимизации электросети в различных ситуациях. Нагрузку потока можно изменить, изменяя реактивное сопротивление линий электропередачи или даже трансформаторов. В таком случае необходимо диспетчеризировать нагрузку и оптимизировать сеть из соответствующих диспетчерских центров системы электропередачи.

Источники

Цзюнь Дж. Дж. Чжан и др. Параллельная диспетчеризация: новая парадигма диспетчеризации электроэнергетической системы. // IEEE/CAA of Automatica Sinica, vol. 5. 2018. стр. 311–319.

М. Билген, Н. Алтин. Обзор методов анализа и оценки надежности, применяемых к интеллектуальным сетям. // Журнал науки, GU J Sci, Часть С, 9 (4). 2021. Стр. 645-660.

Гусейнов А.М., Юсифбейли Н.А. Применение методологии системно-информационного анализа для построения эффективной структуры диспетчерского управления в ЭЭС. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2004(6). Стр. 20-24.

Рахаев А.В. Анализ методов проектирования централизованной системы автоматического регулирования напряжения в электрических сетях // вест. Самар. Гос. Техн. Ун-та. Сер. Технические науки. 2020. №1 стр. 65

Тарифы на электроэнергию как стимулирующий фактор развития распределенной генерации в России / М. Ш. Гарифуллин, С. О. Каминский, М. И. Лашманова, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 81-96.

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СВЯЗИ С УСТРОЙСТВАМИ РЗА

Ахтямзянов И.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

АО «ТАТЭНЕРГО» Заинская ГРЭС, г. Заинск, Россия

ilshat.ahtyamzyanov.90@mail.ru

В докладе рассмотрен один из способов упрощения взаимодействия релейно-защитной аппаратуры (далее РЗА) с применением мобильных устройств. Так как ремонтный персонал работает не круглосуточно, а оперативный не владеет в полном объеме информацией взаимодействия и не имеет персонального компьютера для подключения к устройству мониторинга и защиты (далее УМЗ). Предложен способ решения данной проблемы для быстрого определения, устранения неисправности и диагностики.

Ключевые слова: автоматизация, взаимодействие, диагностика.

Изучалась проблема ненормативных отключений, фиксация отключений и возможность мониторинга работающих электродвигателей 0,4 кВ. На Заинской ГРЭС применяются УМЗ, которые обеспечивают непрерывный контроль работы электродвигателей 0,4 кВ и их защиту при возникновении аварийных режимов работы.

Мониторинг заключается в регистрации режимов и событий, накопления статистических данных о работе электродвигателей и агрегатов на их основе, в том числе информации о запусках, нормальных и аварийных отключениях электродвигателя, перерывах и отключениях электроснабжения с фиксацией даты и времени событий и их параметров: контролируемых токов и причины аварии на момент аварийного отключения, пускового тока и времени выхода на режим контролируемого электродвигателя при его запуске, длительности перерыва электроснабжения. Устройством УМЗ ведется учет времени наработки, числа нормальных и аварийных отключений электродвигателя и ряд других параметров.

Защита от аварийных режимов работы осуществляется путем отключения электродвигателей при возникновении недопустимых (аварийных) режимов работы. Защитное отключение осуществляется путем размыкания или замыкания управляющего ключа (режим программируется потребителем), включаемого в цепь исполнительного контактора или автоматического выключателя. В качестве управляющего ключа используется симметричный тиристор (симистор).

Устройства УМЗ предназначены для установки в цепях питания трехфазных электродвигателей переменного тока промышленной частоты 50 Гц напряжением 220/380 В. При косвенном подключении через трансформаторы тока модификации УМЗ-2,5 и УМЗ-5 могут использоваться в электролиниях на любое напряжение.

Функции защиты устройства УМЗ:

трехуровневая защита от перегрузки по току с отдельной регулировкой по каждому уровню выдержки времени на отключение, в том числе по току отсечки;

защита от недогрузки по току;

защита от неполнофазного режима работы;

защита от превышения допустимого дисбаланса токов;

защита от частых пусков.

Целью и задачей исследования являлось упростить и оптимизировать взаимодействие с устройством мониторинга и защиты. В настоящее время на Заинской ГРЭС находится 54 электродвигателя 0,4 кВ на которых применяется устройство мониторинга и защиты, но тип устройства УМЗ без возможности работать с программным обеспечением на операционной системе Android по сети Bluetooth.

При возникновении аварийной ситуации, при себе надо иметь ноутбук с сервисной программой «Протэк», подготовить рабочее место для того чтобы просмотреть и скачать данные с устройства УМЗ.

Исходя из сложности процесса работы УМЗ с ноутбуком, возник вопрос «как упростить взаимодействие».

При изучении технической документации устройства получили информацию от производственной группы (далее ПГ) «Дион», что она занимается разработкой и поставкой устройства УМЗ с модулем Bluetooth и программным обеспечением для операционной системы Android, которые облегчают взаимодействие с устройством мониторинга и защиты. Можно без ноутбука со смартфона используя сервисную программу «Протэк» подключиться, выполнить скачивание, коррекцию и внесение данных.

Источником информации послужил официальный сайт ПГ «Дион» и взаимодействие с технической поддержкой данной фирмы.

Взаимодействие с программой на операционной системе Android, значительно облегчает задачу, ускоряет процесс внесения, коррекции и скачивания информации. Что в свою очередь приведет к оперативному определению и соответственно устранению неисправности.

Как происходит процесс работы со смартфоном.

Берем смартфон с операционной системой Android, устанавливаем программу «Протэк», включаем Bluetooth, на расстоянии 8-9 м он видит устройства УМЗ с

модулем Bluetooth, выбираем нужный и подключаемся с использованием пароля (у каждого УМЗ он свой, индивидуальный) и выполняем необходимые операции.

Актуальность устройств мониторинга и защиты заключается в следующем: упрощается схема релейной защитной аппаратуры. Если раньше схема защит включала в себя комплект реле, сопротивлений, блок контактов и клемм, то с устройством УМЗ схема упрощается и прибор достаточно компактный; повышается степень чувствительности и надежности, за счет использования современной микропроцессорной электроники, трансформаторов тока нового образца, которые имеют выше класс точности.

Внедрение цифровых устройств связи с устройствами РЗА актуально и перспективно.

Вывод:

В текущее время, когда ценится простота, надежность и быстродействие, стали внедрять устройства мониторинга и защиты для повышения работоспособности энергосистемы. Устройство мониторинга и защиты упрощает схему релейной защитной аппаратуры и в то же время увеличивает степень ее надежности с возможностью ведения в памяти устройства архивного журнала событий. При использовании устройств мониторинга и защиты встал вопрос о внесении, изменений и скачивания данных и для упрощения данной задачи компанией «Дион» была произведена сервисная программа «Протэк», которая работает на операционной системе Android, с возможностью настройки, коррекции и записи данных. Что, в свою очередь, значительно упрощает задачу по работе с УМЗ, так как мобильное устройство находится под рукой и не требует наличие ноутбука.

И в заключение, если устройства мониторинга и защиты стали неотъемлемой частью защит электродвигателей 0,4 кВ, то и программы, которые позволяют работать с ними, являются необходимыми.

Источники

1. ГОСТ 29322–2014 (IEC 60038:2009). Напряжения стандартные. – М.: Стандартиформ, 2015.
2. Идельчик В. И. Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Мельников Н. А. Электрические системы и сети: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989.

5. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями. – Норматика, 2017.
6. Справочник по электроустановкам высокого напряжения / Под ред. И. А. Баумштейна и В. М. Хомякова. – М.: Энергоатомиздат, 1981.
7. Электрические системы и сети / Н. В. Буслова, В. Н. Винославский, Г. И. Денисенко, В. С. Перхач. – К.: Высш. шк. Головное изд-во, 1986.
8. Галимова, Г. Ф. Внедрение интеллектуальных электрических сетей / Г. Ф. Галимова, О. В. Воркунов // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VII Национальной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 534-536.

ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Билалов Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

bilal.r00@mail.ru

Управляемый интеллектуальный разъединитель предназначен для быстрого дистанционного секционирования воздушных линий 6-10 кВ и создания видимого разрыва в цепи. В работе с индикаторами короткого замыкания оборудование определяет место аварии, устойчивые и неустойчивые аварийные процессы, включая все виды замыканий на землю и обеспечивает наблюдение за параметрами работы каждого участка воздушной линии.

Ключевые слова: распределительная сеть, интеллектуальные разъединители, секционирование воздушных линий.

В настоящее время появились новые коммутационные аппараты — интеллектуальные разъединители и выключатели нагрузки, что дает возможность увеличения степени автоматизации распределительных линий электропередачи. Особенность распределительных сетей состоит в том, что отключать токи короткого замыкания в большинстве случаев не требуется. Для увеличения эффективности и отделения повреждённого участка используются разъединители с дугогасительным устройством, тем самым сокращаются участки секционирования и, соответственно, сокращается объем отключенных потребителей.

Общее время восстановления электроснабжения колеблется от 3 до 10 и более часов. При этом около 60% его тратится на поиск и локализацию поврежденного участка и только 40% – непосредственно на выполнение ремонтных работ. При внедрении децентрализованной автоматизации выделение участка с повреждением и включение резервного питания происходит автоматически, за считанные секунды. Это позволяет сократить время восстановления электроснабжения уменьшается на 60 %, т. е. на время поиска и локализации поврежденного участка, что значительно меньше временных затрат при использовании классического варианта на ручных разъединителях[1].

Использование разъединителей в качестве секционирующего элемента является наиболее экономическим, так как они и так есть на воздушных линиях. Наличие разъединителей является необходимым условием вывода в ремонт поврежденного участка воздушной линии[2]. Для автоматического

секционирования, разъединители необходимо дооснастить модулем телеуправления и топографическими индикаторами для фиксации аварийного процесса, которые передают сигналы о повреждении через ВЧ-каналы и другие телекоммуникационные технологии[3-5]. Питание разъединителя осуществляется от воздушной линии через понижающий трансформатор, а при погашении линии — от автономной аккумуляторной батареи в составе разъединителя. Разъединитель с телеуправлением значительно проще в наладке и эксплуатации, чем реклоузеры, так как не содержит релейной защиты.

Кроме того, целесообразность использования разъединителей с модулями телеуправления в качестве секционирующих аппаратов объясняется еще несколькими обстоятельствами:

- 1) Разъединители обеспечивают видимый разрыв, который является необходимым условием вывода в ремонт поврежденного участка воздушной линии.
- 2) Разъединитель с телеуправлением значительно проще в наладке и эксплуатации, чем реклоузеры, так как не содержит релейной защиты.
- 3) Разъединители дешевле, чем реклоузер, что позволяет увеличить наблюдаемость сети и получить больший эффект при заданном объеме финансирования[6].

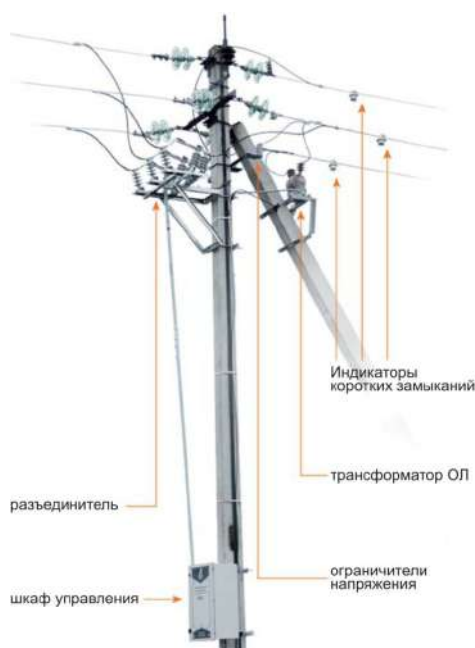


Рис.1. Применение интеллектуальных разъединителей с дополнительным оснащением модулями телеуправления

Применение интеллектуальных разъединителей позволяет повысить эффективность управления сетями и существенно улучшить время реакции при

аварийной ситуации, сократить число отключенных потребителей и время восстановления электроснабжения. Секционирование воздушных линий разъединителями, дооснащаемых модулями телеуправления и индикаторами короткого замыкания, позволяет при минимальных затратах решить задачу селективного отключения поврежденного участка в любой сети сколь угодно сложной топологии[7].

Источники

1. Максимов Б.К., Воротницкий В. Оценка эффективности автоматического секционирования воздушных распределительных сетей 6-10 кВ с применением реклоузеров с целью повышения надёжности электроснабжения потребителей // Russian Electrical Engineering. 2005. Т. 76. № 10. С. 1-16.
2. Щекочихин А.В. Минимизация потерь активной мощности в городских распределительных электрических сетях за счет выбора оптимальной конфигурации // Омский научный вестник, декабрь 1998, С.87-91.
3. Любимов М.К., Мясников И.В., Потанин А.В. Комплексная автоматизация участка воздушной электрической сети // Master's journal, 2014. т. 76. №2. С. 158-162.
4. Мальцева И.С., Гавриленко А.Н. Особенности использования высокочастотных каналов связи в системах релейной защиты и автоматики // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация», 2021. С. 343-346.
5. Султанова Г.И., Гавриленко А.Н. Использование коммуникационных технологий для построения системы релейной защиты // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике. Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 45-48.
6. Кучерявенков А.А., Горожанкин П.А., Централизованное решение по автоматике распределителей 6–10 кВ с использованием «умных» разъединителей и выключателей нагрузки // Электроэнергия. Передача и распределение. 2023, № 4(79),
7. Минуллин Р.Г., Петрушенко Ю.Я., Фардиев И.Ш., Губаев Д.Ф., Лукин Э.И. Особенности подключения локационной аппаратуры к линиям электропередачи для определения места повреждения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2008. № 7-8. С. 60-70.
8. Галиев, Р. И. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей / Р. И. Галиев, И. Ф. Галиев // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27.

ПРОВЕРКА РАСЧЕТОВ ТКЗ ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ENERGY TKZ

Гайфиева Л.Ф.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

lasana01@mail.ru

Науч. рук. доц. Писковацкий Ю.В.

В работе были рассмотрены 2 метода расчета токов короткого замыкания линии электропередачи с двусторонним питанием. При помощи имитационного моделирования в программном комплексе Energy TKZ было рассмотрено два случая короткого замыкания на шинах. В ходе сравнения получившихся данных расчетов было получено, что погрешность расчета составляет не более 5%.

Ключевые слова: РЗА, ток короткого замыкания, имитационное моделирование, Energy TKZ.

В наши дни проведение имитационного моделирования (далее ИМ) не является чем-то необычным. Человек не может учесть каждый аспект в схеме электроэнергетической системы. В связи с этим, встает вопрос о важности проведения имитационного моделирования с целью улучшения точности, надежности и увеличения скорости расчетов токов короткого замыкания (далее ТКЗ). Существует несколько критериев, которые являются причиной применения ИМ:

- сложность электрических сетей;
- реалистичность сценариев;
- оценка последствий;
- экономическая эффективность;
- обучение и тренировка.

Первичная схема приведена на рисунке 1. Расчеты были выполнены в соответствии с[1].

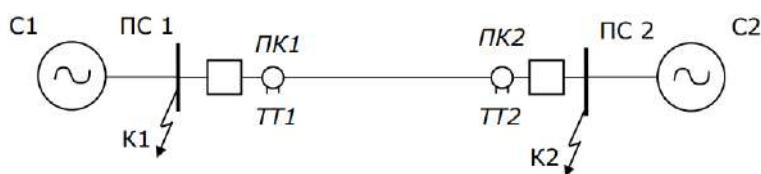


Рис. 1. Схема линии с двусторонним питанием

Исходные данные для расчетов были взяты из[2] и занесены в таблицу 1.

Таблица 1

Параметры системы

Параметр	Система 1	Система 2
$X_{1c}, \text{ Ом}$	25,6	4,3
$R_{1c}, \text{ Ом}$	4,85	0,4

Параметры линии:

$X_{1\text{уд}} = 0,42 \text{ Ом/км}$ – удельное реактивное сопротивление прямой последовательности;

$R_{1\text{уд}} = 0,08 \text{ Ом/км}$ – удельное активное сопротивление прямой последовательности;

$L = 70 \text{ км}$ – длина линии.

Схема замещения для расчета ТКЗ в точка К1 и К2 представлена на рисунке 2.

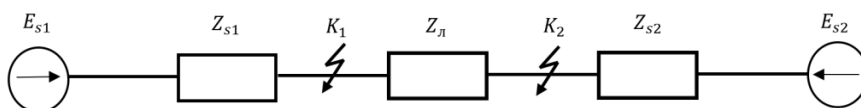


Рис. 2. Схема замещения прямой последовательности для расчета тока короткого замыкания прямой последовательности

Путем вычислений были получены 4 различных значения ТКЗ, соответствующие значениям:

при КЗ в точке К1:

$$I_{s1-k1}^{(3)} = 5,1073 \text{ кА};$$

$$I_{s2-k1}^{(3)} = 3,8602 \text{ кА};$$

при КЗ в точке К2:

$$I_{s1-k2}^{(3)} = 2,367 \text{ кА};$$

$$I_{s2-k2}^{(3)} = 30,882 \text{ кА};$$

После этого мы изобразили схему в ПК Energy TKZ (рисунок 3). Далее было проведено ИМ 2 возможных случаев короткого замыкания на шинах систем. Результаты проведенного ИМ отражены на рисунках 3-4.

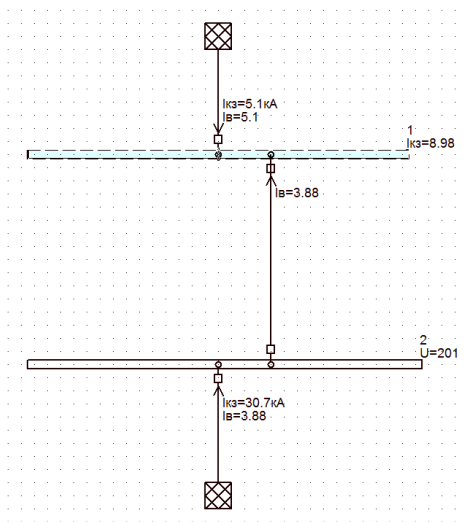


Рис. 3. Короткое замыкание на шине системы 1

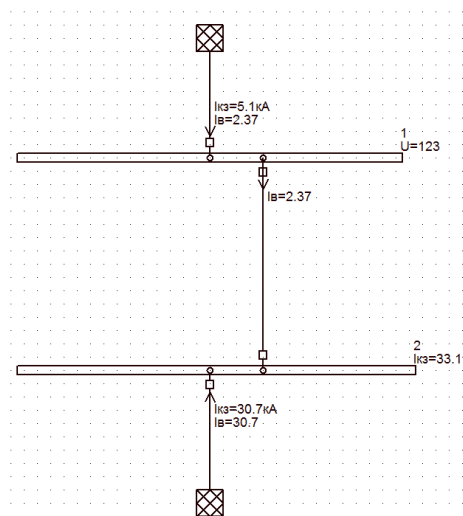


Рис. 4. Короткое замыкание на шине системы 2

На финальном этапе было принято решение проверить расхождение между значениями ручного подсчета и проведенного ИМ. Было получено, что погрешность расхождения между результатами составляет меньше 5%, следовательно, расчет был проведен правильно.

Источники

1. ГОСТ Р 52735–2007. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ. – Введ. 2008–07–01. – М. : Стандартинформ, 2008.— 36 с.
2. СТО ДИВГ 053-2019. Дифференциально-фазная защита линий 110-220 кВ. Расчет уставок. Методические указания– Введ. 2019-08-21. – СПб. : ООО "НТЦ "Механотроника", 2019. –75 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГОЛОЛЁДНО-ИЗМОРОЗЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА РАБОТУ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЗАЩИТ ЛЭП

Гатина Д.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

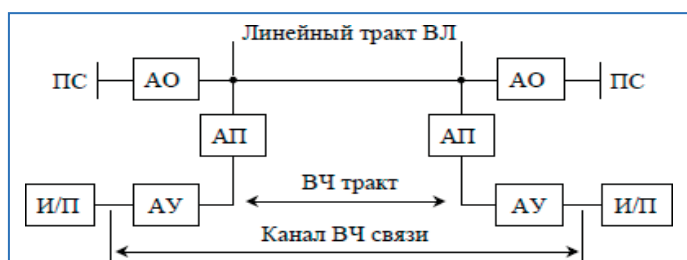
gatina-00@list.ru

Науч. рук. доц. Писковацкий Ю.В.

В работе исследовано влияние гололёдно-изморозевых отложений на проводах воздушных линий электропередачи на работу высокочастотных защит линии. Также представлен метод, позволяющий минимизировать влияние данного фактора на работу защит.

Ключевые слова: линия электропередачи, высокочастотные защиты, гололедно-изморозевые отложения, релейная защита.

Основным видом релейной защиты воздушных линий напряжением 110 кВ и выше являются высокочастотные (ВЧ) защиты[1]. Типовая структура организации ВЧ-защит представлена на рисунке.



Общая структура организации ВЧ канала связи на воздушных линиях

Как видно из рисунка, для передачи сигналов релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики необходимо использование ВЧ-каналов связи. Одним из факторов, влияющих на функционирование ВЧ-канала связи, является образование гололедно-изморозевых отложений (ГИО) на проводах[2].

Мониторинг ГИО на проводах линий электропередачи

Для обнаружения ГИО на проводах воздушных ЛЭП используется тензометрический метод. Его суть заключается во взвешивании провода с отложением гололеда.

В стадии опытной эксплуатации находятся следующие методы:

- локационный – заключается в подаче импульса в линию и вычислении времени, затраченного на его распространение вдоль провода в прямом и обратном направлениях после отражения от конца линии [3, 4];

- инструментально — параметрический – заключается в применении инклинометров для измерения дополнительного наклона проводов;

Влияние гололеда на работу ВЧ-защит не имеет прямого отношения к проблемам обнаружения ГИО и его устранения. Задача состоит лишь в обеспечении работоспособности ВЧ-защит ЛЭП при наличии гололеда, так как системами мониторинга гололедно-изморозевых отложений оборудовано малое количество ЛЭП, а ВЧ-связью – большое количество.

Влияние ГИО на работу высокочастотных защит и метод для предупреждения и дальнейшего устранения этого влияния

Гололед увеличивает затухание высокочастотных сигналов, передаваемых по воздушным линиям, так как в слое гололеда, окружающего провод, возникают диэлектрические потери. Кроме того, в результате изменения диэлектрических свойств среды происходит уменьшение скорости распространения ВЧ-сигналов. В результате: появление гололеда ослабляет ВЧ-сигнал, а также нарушает связь по высокочастотному каналу.

Для нормальной работы ВЧ-канала при увеличении затухания линейного тракта необходим запас по перекрываемому затуханию.

Значение запаса по перекрываемому затуханию определяется в зависимости от назначения высокочастотного канала и района, в котором проходит линия электропередачи.

- для ВЧ-каналов РЗ с передачей блокирующего сигнала:

$$A_{\text{зап}} = 13 + \Delta a_{\text{гол}} \quad (1)$$

Максимальное расчетное значение $A_{\text{зап}}$ может быть ограничено 20 дБ в первом районе по гололеду и 25 дБ - в остальных районах.

- для ВЧ-каналов релейной защиты с передачей отключающего сигнала и ВЧ-каналов противоаварийной автоматики:

$$A_{\text{зап}} = 22 + \Delta a_{\text{гол}} \quad (2)$$

Кроме того, часто происходит такое, что еще до отключения линии защитой при высоком ослаблении сигнала персоналу приходится вручную подстраивать чувствительность приёмника или в крайнем случае самостоятельно отключать ВЧ-связь, в результате чего воздушные линии работают и вовсе без основной релейной защиты. Для того чтобы обеспечить прием сигналов с широким изменяющимся диапазоном и сохранить постоянный уровень выходного сигнала в ВЧ-приемнике предусматривают автоматическую регулировку усиления (АРУ). АРУ необходима для минимизации различий между напряжениями выходного и входного сигнала приёмника[5].

Еще одним способом для решения проблемы влияния ГИО на работу ВЧ-защит является вариант переключения чувствительности приёмника ступенчато. Для использования этого метода необходимо использовать дополнительный тумблер: тогда при появлении уведомления о низком уровне сигнала необходимо включить тумблер, что повлечет за собой усиление сигнала приёмника. После этого необходимо отключить тумблер. Достоинство этого метода заключается в том, что его применение добавит оперативности в работу персонала. Недостатком этого метода является то, что при помощи него невозможно плавно регулировать усиление сигнала, увеличение происходит сразу на 30–35 дБ.

В результате работы предложен метод доработки действующей системы ВЧ-связи, который позволит минимизировать влияние ГИО на работу ВЧ-защит ЛЭП.

Источники

1. Скитальцев, В. С. Высокочастотные каналы релейной защиты. – СПб.: Издание Центра подготовки кадров энергетики, 2005. – 128 с.
2. Писковацкий, Ю.В., Мустафин, Р.Г., Хакимзянов, Э.Ф., Губаев, Д.Ф. Влияние гололедных отложений на проводах воздушных линий электропередачи на скорость распространения импульсного сигнала // Энергетика Татарстана. – 2013. – №3. – С. 39-43.
3. Касимов, В.А., Минуллин, Р.Г. Распознавание локационным методом гололёдных и изморозевых отложений на проводах воздушных линий электропередачи // Электрические станции. – 2018. – № 10. – С. 38-48.
4. Минуллин, Р.Г., Писковацкий, Ю.В., Касимов, В.А. Определение места повреждения локационным методом на линиях электропередачи с ответвлениями // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13. – № 3. – С. 69-80.
5. Есаков, В. Ф., Кудрин, И. Г., Шноль, М. М. Автоматическая регулировка усиления в усилителях НЧ. – М.: Энергия, 1970. – 80 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИЙ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Гранская А.А.¹, Мустафин Р.Г.², Касимов В.А.³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹annamiss35@gmail.com, ²ramil.mustafin@gmail.com, ³vasilkasimov@yandex.ru

В тезисе рассмотрены вопросы применения технологии синхронизированных векторных измерений (СВИ) на цифровой подстанции (ЦПС) четвертого типа, в качестве замены сигналов Sampled Values (SV), дополнения к стандартному набору сигналов СВИ, необходимые для работы различных релейных защит (РЗА) на цифровой подстанции. Выполнен анализ точности расчета СВИ при изменении частоты контролируемого тока и напряжения относительно номинального значения, при появлении в измеренном сигнале высших гармоник.

Ключевые слова: синхронизированные векторные измерения, релейная защита, токовая отсечка, дифференциальная защита, высшие гармоники, цифровая подстанция,

Цифровая подстанция (ЦПС), соответствующая протоколу МЭК 61850, является наиболее передовой технологией для автоматизации подстанций[1]. Для передачи измеренных значений токов и напряжений на цифровой подстанции используется протокол SV[2], который нагружает цифровую сеть подстанции сильнее всех остальных сигналов: поток постоянен и формирует пакеты с частотой 80 (или 256) измерений за период первой гармоники сети $T_1=0,02$ секунды. В настоящее время предлагается заменить сигналы измерений SV на технологию СВИ[3]. Использование СВИ позволяет снизить объем передаваемой информации, так как передается только шесть синхронизированных векторов (тока и напряжения) за период T_1 [4]. Переход от сигналов SV к сигналам СВИ особенно актуален для ЦПС четвертого типа, основанной на централизованном сервере РЗА[5], поскольку полностью снимает нагрузку обработки потоков SV на сервере, а сигналы СВИ могут быть использованы непосредственно в защитных устройствах.

Теперь рассмотрим состав сигналов СВИ[3] и необходимые дополнения для работы релейных защит на подстанции. Сигналы СВИ включают амплитуду первой гармоники трехфазных токов и напряжений с периодом T_1 , частоты пофазно и частоту прямой последовательности, а также скорость изменения частоты. С использованием этих данных сигналов могут работать различные защитные устройства: токовые защиты, включая фазовые и на основе

симметричных составляющих, дистанционные защиты, защиты по частоте, включая защиты по скорости изменения частоты, и дифференциальные защиты для линий и шин. Однако, направленные защиты по мощности (активной, реактивной, полной) должны учитывать все гармоники тока и напряжения, а не только первую, содержащуюся в сигналах СВИ. В связи с этим предлагается дополнить стандартный набор сигналов СВИ следующими элементами: действующие значения токов и напряжений и углы между ними, поскольку они содержат полный набор гармоник.

Действующие значения токов и напряжений и углы между ними, поскольку действующие значения содержат полный набор гармоник.

Заметим, что квадрат действующего значения тока $I_{д.з.}$ или напряжения $U_{д.з.}$ равен сумме квадратов действующих значений гармоник ($I_{i д.з.}$ или $U_{i д.з.}$ соответственно), содержащихся в данном токе или напряжении:

$$I_{д.з.}^2 = \sum_i I_{(i) д.з.}^2, \quad ((1))$$

$$U_{д.з.}^2 = \sum_i U_{(i) д.з.}^2. \quad ((2))$$

В результате, действующие значения могут быть использованы для идентификации поврежденного фидера в сети с изолированной нейтралью при возникновении замыкания на землю[6]. Поврежденный фидер будет иметь наибольшую сумму высших гармоник по сравнению со всеми остальными фидерами.

Кроме того, сумма высших гармоник используется для расчета показателя качества электроэнергии – коэффициента искажения синусоидальной формы кривой напряжения (КУ). Для расчета КУ производится деление среднеквадратического значения суммы гармонических составляющих до 40-го порядка на значение основной гармоники[7],

$$K_U = 100 \sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)}^2} / U_{(1)}, \quad ((3))$$

В современных системах защиты высшие гармоники используются для обнаружения переходных процессов. Поэтому предлагается расширить стандартный набор сигналов СВИ следующим образом:

Включение амплитуды второй гармоники тока, которая необходима для настройки дифференциальной защиты трансформатора (ДЗТ [8]) и предотвращения ложных срабатываний при возникновении токов намагничивания.

Включение амплитуды третьей гармоники напряжения, которая необходима для защиты обмотки статора генератора от однофазных замыканий на землю. Защита работает на основе напряжения третьей гармоники[9].

Таким образом, использование сигналов СВИ с добавленными вышеуказанными параметрами (в зависимости от конкретных потребностей) вместо сигналов SV на цифровой подстанции для систем защиты и автоматизации позволит сократить количество передаваемой информации в десятки раз, упростить реализацию центрального сервера системы защиты и автоматизации, так как необходимые данные для работы релейных защит будут передаваться вместе с сигналами СВИ, а не вычисляться на сервере с помощью сигналов SV.

Источники

СТО 56947007-29.240.10.299-2020 Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС.

Synchrophasor Monitoring for Distribution Systems: Technical Foundations and Applications. A White Paper by the NASPI Distribution Task Team, NASPI-2018-TR-001, January 2018, 62 p.

Фадке А.Г., Торп Д.С. Синхронизированные векторные измерения и их применение. М.: Техносфера. – 2021. – 320 с.

Paramo, G.; Bretas, A.; Meyn, S. Research Trends and Applications of PMUs. *Energies* 2022, 15, 5329

Kasimov, V.A. Digital processing of location monitoring reflectograms of overhead transmission lines // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 2019, 8(5), pp. 2231–2238.

Mokeyev A.V., Piskunov S.A., Ulyanov D.N., Khromtsov E.I. Improving the efficiency and reliability of RPA systems of digital step-down substations and digital grids // *E3S Web of Conf.*, Volume 216, 01044, 2020.

СТО 59012820.29.020.011-2016. Стандарт релейная защита и автоматика. Устройства синхронизированных векторных измерений. Нормы и требования.

Концепция развития релейной защиты, автоматики и автоматизированных систем управления технологическими процессами электросетевого комплекса группы компаний «РОССЕТИ». Приложение 1 к приказу ПАО «Россети» и ПАО «ФСК ЕЭС» от 24.06.2022 No 286/186.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «RASTRWIN3» В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС СТУДЕНТОВ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Даминов А.И.

Филиал АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана, г. Казань, Россия

2114owner@mail.ru

В тезисе предлагается использовать программный комплекс RastrWin3, предназначенный для решения задач по расчету, анализу и оптимизации установившихся режимов электрических сетей и систем, в учебном процессе студентов Казанского государственного энергетического университета.

Ключевые слова: расчетная модель, установившийся режим, статическая устойчивость.

Программный комплекс RastrWin3 предназначен для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем.

RastrWin3 используется более чем в 150 организациях на территории России, Казахстана, Киргизии, Беларуси, Молдовы, Монголии, Сербии. В России основными пользователями являются Системный Оператор Единой Энергетической Системы (СО ЕЭС) и его филиалы, Федеральная Сетевая Компания (ФСК), МРСК, проектные и научно-исследовательские институты (Энергосетьпроект, ВНИИЭ, НИИПТ и т.д.).

Особенности ПК RastrWin3:

расчет установившихся режимов электрических сетей любого класса напряжения (от 0,4 кВ до 1150 кВ);

полный расчет всех электрических параметров режима (токи, напряжения, потоки и потери активной и реактивной мощности во всех узлах и ветвях электрической сети);

оптимизация электрических сетей по уровням напряжения, потерям мощности и распределению реактивной мощности;

расчет положений регуляторов трансформатора под нагрузкой и положений вольтодобавочных трансформаторов;

учет изменения сопротивления автотрансформатора при изменении положений РПН;

моделирование отключения ЛЭП, в том числе одностороннего, и определение напряжения на открытом конце;

моделирование линейных и шинных реакторов, в том числе с возможностью их отключения.

В Филиале АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана существует положительный опыт применения программного комплекса RastrWin3 при прохождении преддипломной практики студентами Казанского энергоуниверситета: в данном программном комплексе была создана расчетная модель для расчетов установившихся режимов и статической устойчивости, моделирующая районную электрическую сеть номинальным напряжением 110 кВ, состоящей из питающей подстанции и пяти тупиковых подстанций.

Вышеуказанная расчетная модель позволяет производить расчет режимов сети в соответствии со всеми требованиями к выпускной квалификационной работе: определение расчетной нагрузки подстанций и потерь в трансформаторах; расчет перетоков мощностей с учетом потерь в линии в максимальном и послеаварийном режимах; определение значения напряжения в электрической сети в максимальном и послеаварийном режимах; регулирование напряжения в электрической сети в максимальном и послеаварийном режимах.

По результатам анализа было выявлено, что значения параметров электроэнергетического режима, полученные в результате расчета в ПК RastrWin3 (выделены черным цветом), совпадают с значениями параметров электроэнергетического режима, полученными путем ручного расчета (выделены красным цветом). Результаты данных расчетов приведены на рисунках 1 и 2.

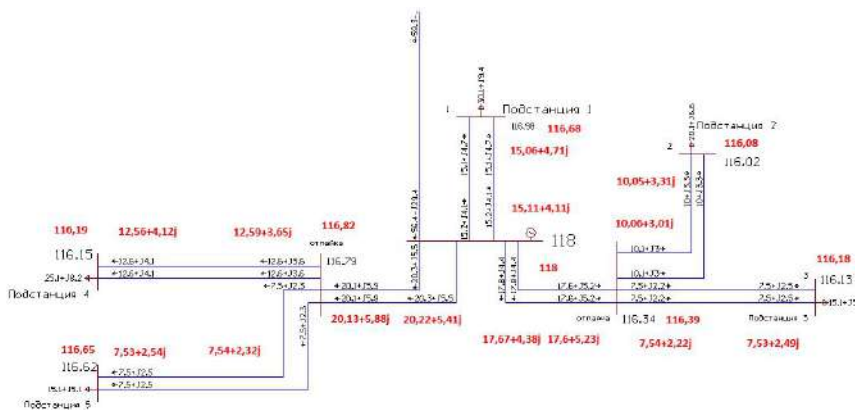


Рис. 1. Максимальный режим

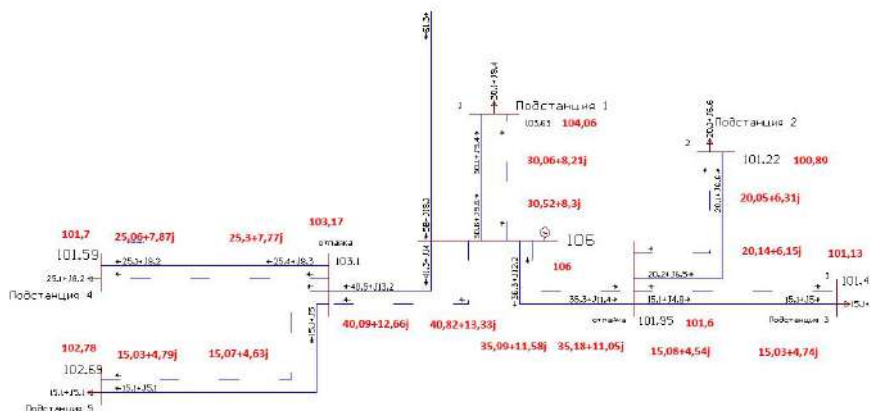


Рис. 2. Аварийный режим

В программном комплексе RastrWin3 доступна бесплатная студенческая лицензия, позволяющая моделировать энергосистемы объемом не более 60 узлов, что достаточно для выполнения курсовых и дипломных работ.

Также данный программный комплекс возможно дополнить модулем, позволяющим выполнять расчеты электромеханических переходных процессов с подробным описанием турбин, автоматических регуляторов возбуждения и систем возбуждения генераторов.

Внедрение программного комплекса RastrWin3 в учебный процесс позволит обучающимся:

- сократить время, необходимое для выполнения расчетов курсовых и дипломных работ, сопоставив результаты расчетов, полученные ручным способом, с результатами расчетов, полученными в программном комплексе;
- заниматься научной деятельностью;
- овладеть программным комплексом, используемым в АО «СО ЕЭС», сетевых и проектных организациях, повысив уровень конкурентоспособности на рынке труда в современных условиях.

Источники

1. Программный комплекс RastrWin3. Руководство пользователя;
2. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. Энергоатомиздат, 1989, 592 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОМАТИКИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ

Зинатуллин А.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

artur_zinatuylin_2000l@mail.ru

Науч. рук. доц. Гавриленко А.Н.

В данной работе рассматриваются особенности построения устройств автоматики на подстанциях с установленными на ней электродвигателями. Выделены основные виды автоматики, которые необходимо устанавливать на подстанции. Определяются условия срабатывания автоматики.

Ключевые слова: двигательная нагрузка, электродвигатели, время срабатывания, состав нагрузки.

В связи с изменением структуры энергосистем изменяется характер нагрузки. Поэтому появляются массивы асинхронных и синхронных электродвигателей с высокой мощностью. Также сейчас увеличивается число потребителей первой категории, отключение которых повлечёт за собой огромные потери средств.

Именно по этим причинам необходимо устанавливать современные средства противоаварийной автоматики. Из-за изменения параметрических и структурных характеристик электрических сетей необходимо использовать автоматический ввод резерва (АВР) и частотной разгрузки (АЧР).

В условиях совместного выбега электродвигателей на нескольких подстанциях, которые связываются через питающую сеть и поэтому происходит обмен мощностями между узлами питания – часть электродвигателей сохраняет двигательный режим, а часть переходит в режим генераторов с целью подпитывания нагрузки[1].

При вводе некоторых подстанций с понижением частоты направление активной мощности сохраняется и это приводит к ложному срабатыванию АЧР и несрабатыванию АВР. В энергосистемах малой мощности или районов с дефицитом мощности при набросе нагрузки понижается частота в сети, а после сброса нагрузки наблюдается длительный скачок частоты, что тоже повышает вероятность срабатывания АЧР при набросе нагрузки и быстродействующего АВР при сбросе нагрузки.

При переключении мощных тормозящихся синхронных электродвигателей на резерв в цикле ввода резерва может полностью погасить подстанцию с последующим остановом питающихся от этой подстанции производств. В

процессе качаний синхронных двигателей может изменяться направление мощности, что приводит к срабатыванию АЧР. Данные режимы, которые упомянуты выше, несут за собой огромный ущерб производствам.

Стоит отметить, что в некоторых случаях автоматика с контролем частоты и направления мощности отрицательно влияет на сохранение устойчивости и надёжности энергосистемы при дефиците активной мощности. При сокращении числа генерирующих станций и объема мощностей в некоторых районах возникает вероятность появления дефицита мощности, что приводит к большой нагрузке на существующие генераторы[2]. Это может привести к затормаживанию генераторов, высокоинерционная нагрузка переходит в режим генератора активной мощности, синхронизируясь с новыми условиями работы энергосистемы. И чем меньше нагрузка синхронного двигателя, тем раньше будет совпадение векторов ЭДС и следственно, дольше длится переток активной мощности в систему.

Если частота напряжения на секции оказывается выше, чем в энергетической системе, то направление активной мощности соответствует режиму потери питания. Именно по этой причине устройства АЧР могут отказывать в самое неподходящее время для потребителя. Это влечёт за собой увеличение времени срабатывания при отсутствии блокировки по активной мощности, т.к. снижение частоты вращения генераторов может запаздывать относительно общего понижения частоты в системе [3].

Также применение АВР на подстанциях с электродвигателями является достаточно весомым дестабилизирующим фактором. Это влечёт за собой следующее:

Отключение мощной нагрузки с целью выравнивания частоты, что может повлиять на крупные производства и вызвать массовый недоотпуск продукции; При переключениях выбегающих электродвигателей на другие секции может произойти наброс мощности на энергосистему.

Следственно, выбор структуры и параметров срабатывания противоаварийной автоматики в узлах нагрузки необходимо производить с учетом естественных характеристик потребителя, соотношений характеристик потребителя и энергосистемы, а также отладки отдельных средств автоматики между собой.

Источники

1. Мальцева, И. С. Особенности использования высокочастотных каналов связи в системах релейной защиты и автоматики / И. С. Мальцева, А. Н. Гавриленко // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. Том 1. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 343-346.
2. Султанова, Г. И. Использование коммуникационных технологий для построения системы релейной защиты / Г. И. Султанова, А. Н. Гавриленко // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года / Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 45-48.
3. Писковацкий, Ю. В. Способ обнаружения устойчивых повреждений воздушных линий электропередачи напряжением 110-220 кВ в цикле автоматического повторного включения. / Ю. В. Писковацкий // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. – № 5-6. – С. 96-103.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УРЗА С ГИБКОЙ ЛОГИКОЙ В СОСТАВЕ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Косорлуков И.А.¹, Тимченко М.С.², Строчков А.В.³

^{1,3}ФГБОУ ВО «СамГТУ», г. Самара, Россия

²ООО «СВГК», г. Самара, Россия

¹Kosorlukov@gmail.com; ²mairon@mail.ru; ³wormslabs@yandex.ru

Науч. рук. доц. Косорлуков И.А.

В тезисе описывается модель устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) с гибкой логикой, разработанная для программы-симулятора электрической сети. Современные программные комплексы расчета режимов имеют ограниченные возможности в части моделирования устройств РЗА, что не позволяет в полной мере анализировать их работу. Предложенная модель позволяет решить эту проблему.

Ключевые слова: релейная защита и автоматика, анализ режимов, моделирование УРЗА, гибкая логика.

Несмотря на то, что алгоритмы отдельных устройств релейной защиты и автоматики уже отработаны и подробно изучены, в реальных энергосистемах нередко возникают сложности при анализе их работы. Это обусловлено тем, что в энергосистемах происходит взаимодействие множества устройств, установленных на различных объектах энергосистемы. При этом управляющие воздействия устройств релейной защиты и автоматики (далее – УРЗА) вызывают изменения топологии сети, и, как следствие, изменение режима. Современные программные комплексы, такие как RastrWin3[1], Energy CS[2] и АРМ СРЗА[3], предлагают возможности для моделирования отдельных подрежимов работы энергосистем. Однако, они не обеспечивают полноценных возможностей для моделирования устройств релейной защиты и автоматики, а также отслеживания их взаимодействия. Одна из важнейших причин – наличие в современных микропроцессорных устройствах гибкой логики, которая позволяет адаптировать их под конкретные нужды.

Учитывая вышесказанное, вполне обоснованной выглядит необходимость создания программы, обеспечивающей моделирование некоторой сети или части сети и работу устройств релейной защиты и автоматики. Такой симулятор позволит оценить работоспособность любого алгоритма РЗА и упростить анализ их работы. Данная работа посвящена рассмотрению модели УРЗА в составе разрабатываемой программы. В основу модели легли базовые

принципы языков Function Block Diagram (FBD) и Ladder Diagram (LD), описанных в стандарте МЭК 61131-3[4].

Модель реализована следующим образом. Выходные сигналы представлены двумя обобщенными сигналами: сигналом пуска и сигналом срабатывания. Ядром виртуального УРЗА является логическая цепочка, формируемая из набора стандартных элементов. В текущей реализации они включают в себя элементы логических операций («И», «ИЛИ», инверсия), блоки математических операций для аналоговых сигналов (сложение, вычитание, умножение, деление, вычисление модуля и т.д.), блок выдержки времени на срабатывание или возврат и блока-компаратора, осуществляющего сравнение двух сигналов между собой или с заданной уставкой и блока реле направления мощности (РНМ), работающего по принципу вычисления угла между сигналами тока и напряжения. Также предусмотрены блоки – буферы для аналоговых и дискретных сигналов, осуществляющие связку этих сигналов с логикой. Формирование логических цепочек осуществляется на основе задаваемых пользователем строк кода, в котором каждая строка обозначает соответствующий блок. На рисунке ниже приведен пример реализации алгоритма одноступенчатой токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП).

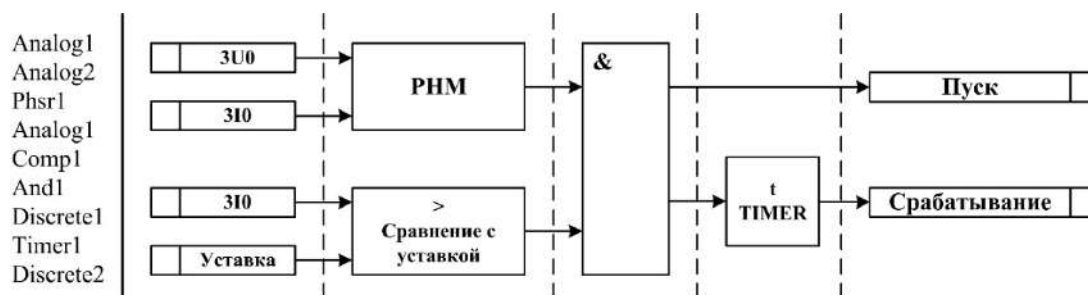


Рис. Реализация одноступенчатой ТЗНП в описываемой модели

Подобный принцип конфигурирования гибкой логики используется в некоторых современных УРЗА, например, в устройствах производства «General Electric» серии Multilin (GE Multilin C60)[5]. Входные сигналы, заводимые в виртуальное УРЗА, привязываются к соответствующим элементам гибкой логики при помощи специальных объектов, содержащих информацию о номере сигнала и наименовании логического блока – иначе говоря, эти объекты играют роль матрицы привязки сигналов. Дискретные сигналы на выходе логики привязываются к обобщенным сигналам пуска и срабатывания, представляющим собой эквивалент выходных реле реального УРЗА.

Коротко опишем работу алгоритма обработки логики. Модель сети осуществляет расчет параметров режима пошаговым методом с некоторой дискретностью по времени. После расчета параметров режима на каждом шаге необходимые параметры передаются моделям УРЗА (их может быть произвольное количество). Обработка логики производится ступенчато, что роднит реализованный алгоритм с языком Ladder Diagram. «Дерево» логических связей разбито на несколько уровней, следующий уровень выполняется только после завершения обработки всех логических функций предыдущего уровня. Сохранение предшествующего состояния отдельных логических функций позволяет реализовывать обратные связи между блоками. В результате имеем работоспособную модель УРЗА с гибкой логикой, позволяющую реализовать широкий ряд алгоритмов защиты и автоматики.

Источники

Программный комплекс «RastrWin3». Руководство пользователя [Электронный ресурс]. https://www.rastrwin.ru/download/Files/RastrWin3_2020_10_05.pdf (дата обращения: 15.10.2023)

Программный комплекс «EnergyCS Режим». Руководство пользователя [Электронный ресурс]. <https://www.energycs.ru/programs/energycs-regim/download.html> (дата обращения: 15.10.2023)

АРМ СРЗА. О программе [Электронный ресурс]. <https://pk-briz.ru/product> (дата обращения: 15.10.2023)

ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования.

S60/C95 Breaker Monitoring and Control Brochures [Электронный ресурс]. <https://www.gegridolutions.com/app/viewfiles.aspx?prod=c60&type=1> (дата обращения: 15.10.2023)

ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

Кофман Г.Л.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zhora.cofman@gmail.com

Науч. рук. канд. техн. наук Писковацкий Ю.В.

В тезисе рассмотрены вопросы информационной безопасности на цифровых подстанциях: потенциальные угрозы, уязвимые места систем РЗА и АСУ ТП, которые могут пострадать, а также актуальные методы для их избегания или устранения.

Ключевые слова: цифровая подстанция, локальная вычислительная сеть, информационная безопасность, релейная защита, автоматизированная система управления технологическими процессами.

В связи с обширной цифровизацией в области электроэнергетики и сопутствующим увеличением количества цифровых подстанций остро возникает вопрос информационной безопасности и угрозы кибератак. Системы релейной защиты и автоматики на современных подстанциях чаще всего оснащаются интеллектуальными электронными устройствами. Те, в свою очередь, используют основанные на технологии Ethernet специализированные протоколы информационного обмена международного стандарта МЭК 61850 такие, как SV (Sampled Values) и GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event), необходимые для передачи данных реального времени таких, как выборки токов, напряжений, а также дискретных сигналов[1].

Тем не менее, такие основные качества цифровых подстанций, как быстрая связь и совместимость, могут являться и главными уязвимыми к внешним кибератакам местами при отсутствии должных механизмов предотвращения. Понятие информационной безопасности на цифровых подстанциях включает в себя защиту от различных внешних или внутренних угроз и ошибок, потенциально ведущих последствиям, варьирующимся от незначительной внутренней подмены данных до масштабной удаленной вирусной кибератаки (например, установка программы-вымогателя)[2].

Ключевым понятием, которым может характеризоваться кибератака, является ее вектор. Под вектором атаки понимается так называемый путь или же методы и средства, с помощью которых человек способен заполучить неавторизованный доступ к защищенной системе. Вектор атаки включает в себя использование уязвимостей системы, включая ее антропогенную составляющую.

Одной из основных жертв атаки могут стать постоянно передаваемые сообщения GOOSE. Потенциальной причиной может являться установка вредоносного программного обеспечения (ПО) на компьютеры инженеров, имеющие доступ к GOOSE. Существует несколько видов кибератак, целью которых является технология Ethernet: ARP атаки, атаки наводнения MAC, атаки на VLAN и другие. Сообщения GOOSE переносят важную информацию, поэтому любое внешнее изменение их содержания может привести, например, к несрабатыванию выключателя при активном коротком замыкании, что приводит к нанесению ущерба оборудованию[3]. Существует несколько возможных способов решения проблем информационной безопасности на цифровых подстанциях, одним из которых является частичный пересмотр структуры подстанции на основе МЭК 61850. Предлагается полная замена физических или информационных шин, атака на которые считается простейшим способом нарушения нормальной работы всей подстанции, на множество соединений типа «точка-точка». Применение этой топологии дает использовать более простые коммуникационные протоколы с односторонней передачей информацией. Также существуют способы, нацеленные на уменьшение ущерба, полученного при атаке, например, разделение контуров управления и телесигнализации (см. рисунок). При проникновении необходимо вывести работы цепи телеуправления, но это не предоставляется возможным без обесточивания контроллера присоединений, что приводит к потере телесигналов положения коммутационных аппаратов. Этим и объясняется потребность в разделении контуров. [4,5]

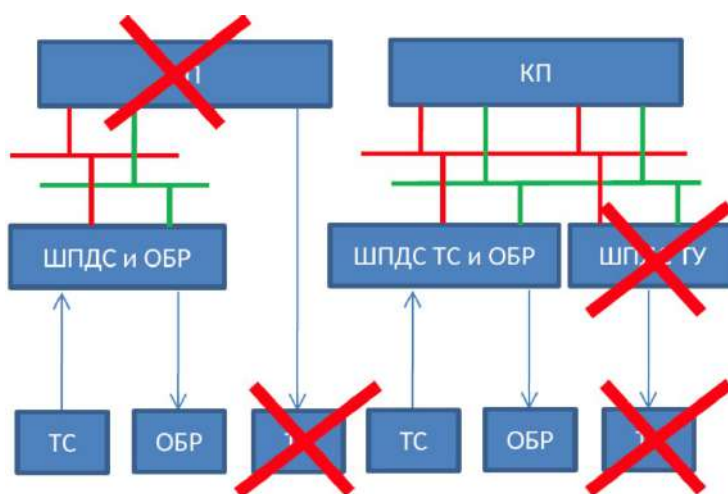


Рис. Варианты изоляции функций телеуправления

Источники

1. Вопросы информационной безопасности современных систем РЗА [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2013/12/16/voprosy-informacionnoj-bezopasnosti-sovremennykh-sistem-rza/> (дата обращения: 29.09.2023).
2. Should we be concerned about the cybersecurity of modern digital substations? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://electrical-engineering-portal.com/cybersecurity-indispensable-part-digital-substations> (дата обращения: 29.09.2023).
3. J. Hoyos, M. Dehus, T.X. Brown. Exploiting the GOOSE protocol: a practical attack on cyber-infrastructure // GC'12 Workshop: Smart Grid Communications: Design for Performance. 2012, pp. 1508-1513.
4. А.Б. Осак, Д.А. Панасецкий, Е.Я. Бузина. Аспекты надежности и безопасности при проектировании цифровых подстанций. Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем. 2013, Екатеринбург, с. 1-5.
5. Вопросы информационной безопасности современных систем РЗА [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://digitalsubstation.com/blog/2018/10/17/kak-minimizirovat-posledstviya-proniknoveniya-v-asu-tp-podstantsii/> (дата обращения: 29.09.2023).

МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Лоиков Н.М.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,

loiqzodanushozar00@mail.ru

Науч. рук. доц. Гатауллин А.М.

В статье рассмотрены основные методы диагностики функционального состояния силовых трансформаторов. Предложен метод частичных разрядов для диагностики изоляции силовых трансформаторов цифровых подстанций.

Ключевые слова: диагностика силовых трансформаторов, метод частичных разрядов, диагностика оборудования цифровых подстанций.

Как известно, работоспособность силовых трансформаторов обусловлена состоянием всех его узлов, в первую очередь состоянием жидкостной и межвитковой изоляции. Автор исследовал актуальные задачи мониторинга состояния основных узлов силовых трансформаторов[1], сопоставил традиционные методы диагностики силовых трансформаторов с современными на основе анализа характеристик частичных разрядов и прямого измерения температуры обмоток трансформатора с применением современных оптоволоконных датчиков. Автор предложил программно-аппаратный комплекс для диагностики межвитковой изоляции на основе характеристик частичных разрядов в УВЧ диапазоне электромагнитного излучения и измерения температуры межвитковой изоляции на основе оптоволоконных датчиков.

Рассмотрим основные традиционные методы диагностики силовых трансформаторов. В ряде работ анализируются причины повреждений трансформаторов[2], предлагаются комплексные подходы мониторинга состояния силовых трансформаторов[3, 4]. В некоторых работах ставится задача диагностики состояния трансформаторов по текущим параметрам функционирования его отдельных узлов. Эта задача появилась давно, но остается актуальной до настоящего времени и решается в том числе с применением комбинированных методов диагностики на основе виброакустического, частотного и энергетического анализа[5].

На цифровых подстанциях важно диагностировать функциональное состояние трансформаторов в режиме мониторинга[6]. Автор предлагает на цифровых

подстанциях нового поколения применить метод регистрации и анализа характеристик частичных разрядов в ультравысокочастотном (УВЧ) диапазоне электромагнитного излучения для диагностики элегазовой изоляции силового трансформатора. Перечислим некоторые методы оценки состояния трансформаторного масла силовых трансформаторов: метод повышенного пробивного напряжения, метод фукусиновой пробы, хроматографический анализ состава масла. Для оценки состояния бака и вводов трансформатора применяется, например, тепловизионный контроль. Для оценки омического сопротивления вводов трансформатора применяется метод мегаомметра. Сопротивление опорных изоляторов также определится мегаомметром. В последнее время опорные изоляторы диагностируют комбинируя несколько методов, например, совместно применяют метод частичных разрядов и виброконтроль, при этом по характеристикам частичных разрядов можно оценить омическое сопротивление[7]. Тепловизионный контроль силовых трансформаторов, который является вспомогательным методом диагностики, который наряду с традиционными методами (измерение омического сопротивления изоляции, тока холостого хода, хроматографический анализ газового состава в масле и др.) дает дополнительную информацию о состоянии силовых трансформаторов, которая является не точной, поскольку напрямую температура обмоток трансформаторов не измеряется. Тепловизионный контроль силовых трансформаторов показал, что с его помощью можно выявить нарушения изоляции отдельных элементов трубопровода, например, консолей, шпилек, нарушение работы систем охлаждения (масляных насосов, фильтров, вентиляторов и т.п.), изменение циркуляции масла в баке трансформатора в результате шлакообразования, конструктивных нарушений, вздутия или смещения изоляции обмоток (особенно для трансформаторов с длительным сроком службы), нагрев внутренних контактных групп трансформатора, замыкания межвитковой изоляции.

Автором сделан вывод, что тепловизионный метод имеет ограничения по чувствительности. В тоже время нагрев при нарушении, например, межвитковой изоляции происходит в том числе по причине частичных разрядов. Современные оптоволоконные датчики температуры, чувствительные к частичным разрядам в межвитковой изоляции и температуре внутренних контактных групп, способны определять нагрев во внутренних контактных группах и в межвитковой изоляции с точностью до 0,1 градуса. В то же время автором выяснено, что существует корреляция между частичными разрядами и распределением температуры внутри трансформатора. В работе автор предлагает применить метод частичных разрядов с регистрацией частичных разрядов в УВЧ диапазоне электромагнитного излучения для определения наиболее нагретой точки в баке трансформатора в режиме мониторинга. Вокруг

трансформатора предполагается расположить несколько датчиков УВЧ диапазона электромагнитного излучения и вычислять место повреждения внутри трансформатора. Для мониторинга силового трансформатора разработан программно-аппаратный комплекс на основе восьми приемников УВЧ диапазона электромагнитного излучения и компактного микропроцессорного устройства. Мониторинг характеристик частичных разрядов позволит определять повреждения внутри трансформатора на ранних этапах их возникновения, что важно для цифровых подстанций нового поколения с изоляцией из элегаза.

Источники

1. Макаревич Л.В., Шифрин Л.Н., Алпатов М.Е. Современные тенденции в создании и диагностике силовых трансформаторов большой мощности // Изв. РАН. Сер. Энергетика. 2008. № 1. С. 45—69.
2. Степанов В.М., Андреев К.А. Технические решения по диагностике силовых трансформаторов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, № 6-1, 2011, с 74—81.
3. Ермаков Е.Г., Ганул Т.В. Комплексный подход к диагностике силовых трансформаторов // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность, № 6, 2015, с. 32—36.
4. Richardson B. "Diagnostics and monitoring of power transformers," IEE Colloquium on Condition Monitoring of Large Machines and Power Transformers (Digest No: 1997/086), London, UK, 1997, pp. 6/1-6/2, doi: 10.1049/ic:19970499.
5. Алексеев Б.А. Крупные силовые трансформаторы. Контроль состояния в работе и при ревизии. Москва : Энергопрогресс : Энергетик, 2010. 87 с.
6. Gataullin A.M. Online technology of insulators condition monitoring in smart grid power supply systems // В сборнике: 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. PP. 1-4.
7. Gataullin A.M. Recording and processing of partial discharge signals // Instruments and Experimental Techniques. 2014. v. 57. № 4. PP. 426-430.
8. Куракина, О. Е. Модернизация трансформаторов / О. Е. Куракина, А. В. Вахитова // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 145-146.

СИСТЕМЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛЕЙ В СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Мавляутдинов Л.Р.¹, Писковацкий Ю.В.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

linar.mavlyautdinov@gmail.com, yura_kazan@mail.ru

Системы заземления нейтрали представляют собой ключевые элементы электрической сети, которые обеспечивают безопасность и надежность электроснабжения. В сетях среднего напряжения (от 6 до 35 кВ) используются различные системы заземления нейтралей, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества[1]. В данной работе рассматриваются основные типы систем заземления нейтралей и их применение в сетях среднего напряжения.

Ключевые слова: Системы заземления, нейтрали, сети среднего напряжения надежность, электроснабжение.

В Российской Федерации замыкание одной фазы на землю не является коротким замыканием, т.к. нет физического соединения между землей и проводниками сети[2].

Ток в месте замыкания при ОЗЗ, согласно ПУЭ, не должен превышать следующих значений:

более 30 А при напряжении 3-6 кВ;

более 20 А при напряжении 10 кВ;

более 15 А при напряжении 15-20 кВ;

При этом напряжение на неповрежденных фазах относительно земли может увеличиваться вплоть до линейного. Поэтому в местах с ослабленной изоляцией возможно замыкание во второй точке сети, возникает так называемое двойное замыкание на землю, что является проблемой, требующей дополнительных методик и алгоритмов определения мест повреждений при двойных замыканиях на землю[3].

В сетях среднего напряжения, помимо изолированной нейтрали, могут использоваться следующие системы заземления нейтрали:

1. Заземление нейтрали через резистор:

Основные особенности системы заземления нейтрали через резистор:

1. Сопротивление заземления (R): Это сопротивление создается специальными заземлительными устройствами, такими как заземлительные электроды или горизонтальные заземлители, и оно определяет время, за которое нейтральный

проводник уведет ток кз в землю в случае короткого замыкания или тока утечки.

2. Проведение мониторинга тока утечки в системе с резистивным заземлением нейтрали является важным аспектом контроля безопасности системы и способствует обнаружению любых неполадок.

3. Стабильность напряжения: Резистивное заземление нейтрали также способствует поддержанию напряжения в системе, так как она позволяет нейтральному проводнику иметь некоторое напряжение относительно земли.

[4]

2. Заземление нейтрали через реактор.

Важные характеристики дугогасящего реактора:

1. Реактор (индуктивная катушка): Реактор включается в цепь нейтрального проводника и обычно имеет высокую индуктивность. Он создает индуктивное сопротивление на нейтральном проводнике, что ограничивает ток короткого замыкания и токи утечки, проходящие через нейтраль. Реактор может быть спроектирован так, чтобы обеспечивать определенное сопротивление для ограничения токов.

2. Ограничение токов короткого замыкания: Основной целью системы нейтрали через реактор является ограничение токов короткого замыкания в электроэнергетической системе. Реактор ограничивает мгновенные токи, что помогает предотвратить повреждения оборудования и снизить риск пожаров.

3. Стабильность напряжения: Реактор также может обеспечивать стабильность напряжения в системе. Он позволяет нейтральному проводнику иметь некоторое относительное напряжение относительно земли, что полезно для управления напряжением и обеспечения надежной работы системы.[5]

В заключении можно сказать, что каждая из этих систем заземления нейтрали имеет свои особенности и применяется в зависимости от требований к конкретной электроэнергетической системе и условий эксплуатации. Нами были проанализированы виды систем заземления нейтралей, а также методики и алгоритмы определения мест повреждений при двойных замыканиях на землю. Выбор системы заземления нейтрали должен осуществляться с учетом безопасности, надежности и эффективности работы среднего напряжения.[6]

Источники

1. ПУЭ п. 1.2.16 – нормативный документ: Утверждено Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 8 июля 2002 г. № 204: дата введения 2003-01-01 – Текст: непосредственный.

2. Руководящие указания по выбору режима заземления нейтрали в электрических сетях напряжением 6-35 кВ. Приказ от 25.06.2013 №334

открытого акционерного общества энергетики и электрификации ЛЕНЭНЕРГО (стр. 12)

3. Хакимзянов Э.Ф. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Методики и алгоритмы определения мест повреждений при двойных замыканиях на землю в распределительных электрических сетях среднего напряжения по значениям сопротивлений контуров аварийного режима»

4. Анализ сетей заземлением нейтрали через высокоомное активное сопротивление / И. К. Исмоилов, Б. Т. у. Жабборов, С. В. Мамажонова, Ш. М. Кушматова // Известия Ошского технологического университета. – 2021. – № 2-1. – С. 238-240.

5. Майоров, А. В. Схемные решения заземления нейтрали сети 20 кВ мегаполиса / А. В. Майоров // Электрические станции. – 2019. – № 3(1052). – С. 30-37.

6. Мавляутдинов Л. Р., Писковацкий Ю. В. Моделирование систем с различными видами заземления нейтрали в сетях 6-35 кВ // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике. – 2022. – С. 27-30.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗАЩИТ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

Мударисов Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

radikmudar@gmail.com

Науч. рук. доц. Губаев Д. Ф.

На сегодняшний день разработка новых систем и методов защиты от однофазных замыканий на землю не теряет своей актуальности. Это связано с несовершенством имеющихся способов защит, а именно недостаточной селективностью и быстродействием имеющихся защит. Представляющиеся актуальными резистивное и комбинированное способы исполнения заземления проработаны слабо, и являются не регламентированными. В данной работе рассмотрены наиболее эффективные способы защиты от ОЗЗ (однофазного заземления на землю) применяющиеся на сегодняшний день.

Ключевые слова: сети среднего напряжения, однофазное замыкание на землю, перемежающаяся дуга.

На сегодняшний день однофазные короткие замыкания на землю являются наиболее частыми причинами выхода из строя сетей среднего напряжения (6-35кВ). В электрических сетях данного напряжения нейтраль трансформатора, согласно существующим всероссийским стандартам, изолируется от земли (компенсируется) или заземляется через дугогасящие устройства. Изолирование нейтрали позволяет избежать появления короткозамкнутого контура, включающего землю и нейтраль трансформатора, благодаря чему при однофазных коротких замыканиях на землю ток утечки очень маленький, что позволяет не прерывать электроснабжение потребителей, а также экономить ресурс коммутационного оборудования. Однако данный режим имеет свои недостатки: высокая вероятность возникновения феррорезонансных явлений, сложность обеспечения селективной защиты, высокие требования к изоляционному материалу, возможность появления дуговых перенапряжений. Данные отрицательные стороны решения изолировать нейтраль требуют поисков новых, более эффективных способов защиты от ОЗЗ. Главной особенностью изолированного режима работы нейтрали – возможность работы при замыкании на землю, что усложняет работу сети и ужесточает требования к ней, учитывая, что горение дуги зависит от множества факторов, и каждый случай индивидуален, более простым решением видится использование дугогасящих реакторов. Данное решение позволит ограничить перенапряжения

на неповрежденных фазах, но не решает проблему нахождения ответвлений с ОЗЗ. Использование резистивного заземления нейтрали позволит повысить эффективность используемых защит, однако повлечет за собой повышение тока замыкания, что является крайне опасным.

Опираясь на изученную теорию, можем предположить, что на данный момент не существует защиты от ОЗЗ с необходимым уровнем селективности, однако использование комплекса из нескольких видов защит может повысить уровень селективности. Рассмотрим используемые на данный момент защиты от однофазных замыканий на землю в сетях среднего напряжения.

Первой группой будут защиты контроля изоляции сети на землю. Данные защиты могут представлять собой фильтр напряжений нулевой последовательности, который будет фиксировать напряжение нулевой последовательности при ОЗЗ, когда как при нормальном режиме данное напряжение близко к нулю. Также для фиксации нарушений в работе фаз могут использоваться вольтметры, при этом при замыкании фазы на землю напряжение в ней падает до нуля, когда как напряжения в двух других фазах увеличатся до номинальных значений. Если в сетях компенсируются емкостные токи, возможно использование указательного реле, которое подключается к сигнальной обмотке устройства компенсации. Преимуществом данного вида защиты является дешевизна, высокая точность показаний из-за значительно меньшего содержания высокочастотных составляющих в напряжении нулевой последовательности. Несмотря на свою широкую распространенность оборудования данного принципа действия, данный метод фиксации коротких замыканий имеет существенный недостаток, а именно отсутствие селективности. Т.е. данную защиту выполнять с функцией отключения возможно только при условии, что к системе шин подключено только одно присоединение, в котором и произошло замыкание, в любом другом случае, необходимо будет на непродолжительный срок, но отключать потребителей от электроснабжения, что найти поврежденную часть сети.

Следующим способом – защита нулевой последовательности на токах нулевых гармоник. Данный метод нахождения действует следующим образом: ОЗЗ является причиной повышения содержания высших гармоник, на что и действует данная защита, при этом фиксация токов высших гармоник происходит по двум принципам: фиксация абсолютного значения токов высших гармоник, где фактическая гармоническая составляющая сравнивается с уставкой, и фиксация относительного значения тока, когда замеры происходят в каждый момент времени. Как правило, данные способы используются в комплексе, для достижения большей надежности. Несмотря на высокую селективность, на практике данная защита не всегда срабатывает селективно, так как нельзя считать, что присоединение с наибольшим током

утечки есть поврежденное, так как перемежающаяся дуга может изменять свои параметры в каждый момент времени, тем самым, можем сделать вывод, что данная защита скорее выполняет функцию сужения области, в которой ОЗЗ [1,2].

Рассмотренные способы обнаружения однофазных замыканий на землю обладают своими недостатками и не могут обеспечить должный уровень селективности, однако, их совместное использование на сегодняшний день является наиболее эффективным способом защиты распределенных сетей среднего напряжения от однофазных замыканий на землю.

Источники

1. Повышение надежности, безопасности и эффективности функционирования воздушных электрических сетей 10 КВ при возникновении однофазных замыканий на землю / А. Н. Качанов, В. А. Чернышов, Б. Н. Мешков [и др.] // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 24-29.

2. Сагтаров, Р. Е. Защита электрических сетей от перенапряжений / Р. Е. Сагтаров // Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация" : Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах , Казань, 27–29 апреля 2022 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова . – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 128-131.

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ НА ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Радивоевич А.В.¹, Мустафин Р.Г.²

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹radivoevich1999@mail.ru, ²ramil.mustafin@gmail.com

В тезисе проведено сравнение классических и оптических трансформаторов тока и напряжения. Приведены достоинства и недостатки оптических трансформаторов. Проведена оценочная стоимость вариантов с оптическими трансформаторами и традиционными на классах напряжения 110 кВ и 220 кВ. Сделан вывод о стоимости варианта с оптическими трансформаторами в зависимости от класса напряжения.

Ключевые слова: цифровая подстанция, оптические трансформаторы тока, оптические трансформаторы напряжения.

На современных подстанциях используются новые технологии – цифровая подстанция (ЦПС), которая подразумевает передачу и получение всех сигналов на подстанции в цифровом виде. В основе технологии построения ЦПС лежит международный стандарт МЭК 61850, который детально описывает реализацию таких подстанций[1]. Внедрение МЭК 61850 дало возможность связать всё технологическое оборудование подстанции единой информационной сетью, по которой передаются не только данные от измерительных устройств к терминалам РЗА, но и сигналы управления[2].

Для цифровой подстанции возможны 3 вида архитектур. III архитектура подразумевает использование цифровых трансформаторов тока и напряжения. Принцип действия оптических трансформаторов тока основан на эффекте Фарадея, а оптических трансформаторов напряжения на эффекте Поккельса.

Достоинствами оптических трансформаторов по сравнению с традиционными трансформаторами являются: повышенная безопасность, вследствие отсутствия масла или элегаза; отсутствие феррорезонанса; отсутствие опасности размыкания вторичных цепей, малые габариты и вес; меньшая погрешность измерений, простота монтажа, низкие эксплуатационные затраты [3]. Недостатком является высокая стоимость.

Для подключения вторичных цепей традиционных трансформаторов тока и напряжения требуется множество медных кабелей, в то время как для оптических трансформаторов требуется значительно меньшее количество

оптоволоконных кабелей (см. рисунок 1), что существенно оказывает влияние на стоимость, если расстояние от ОРУ до ОПУ значительно протяженное.

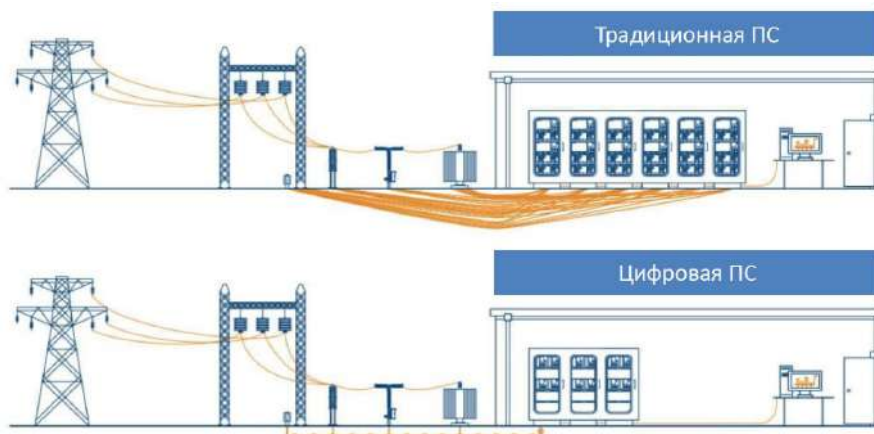


Рис. 1. Соединение вторичных цепей традиционной и цифровой ПС

Для схемы 4Н (два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой) было произведено сравнение стоимости измерительных трансформаторов и кабельных линий вторичных цепей. Так, на напряжении 110 кВ, вариант с оптическими трансформаторами оценочно составляет 23,544 млн. руб., стоимость варианта с электромагнитными трансформаторами – 21,43 млн. На напряжении 220 кВ стоимость варианта с оптическими трансформаторами – 24,54 млн. руб., стоимость варианта с электромагнитными трансформаторами – 27,72 млн. руб. (см. рисунок 2).

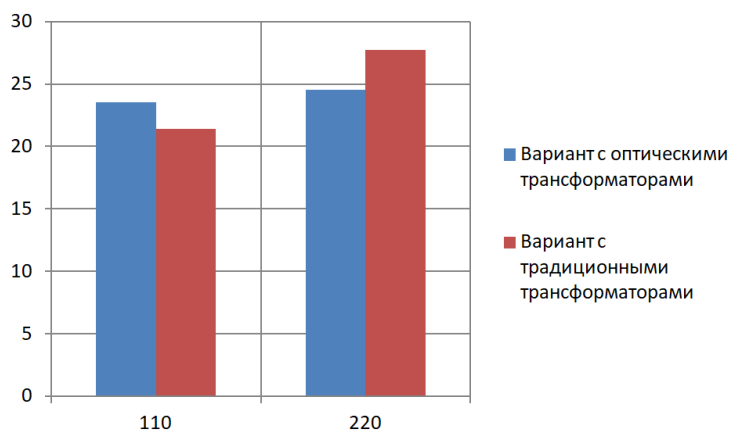


Рис.2. Сравнение вариантов стоимости с оптическими и традиционными трансформаторами

Таким образом, с повышением класса напряжения стоимость цифровой подстанции относительно традиционной будет уменьшаться, на напряжении 110 кВ стоимость может оказаться меньше в длительной перспективе,

поскольку эксплуатационные издержки цифровых трансформаторов меньше, чем традиционных. Так, по данным производителя оптических трансформаторов тока и напряжения АО «Профотек», в среднем при подключении класса 220 кВ экономия за счет повышения класса точности может составить до 2,1 – 4,1 млн.руб. за год в зависимости от потребляемой мощности.

Источники

1. Гранская А.А., Губаев Д.Ф., Мустафин Р.Г., Гранский Г.А. Применение системы векторных измерений на ЦПС // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции Казань, 2022. С. 15-18.
2. Гиниятов С.А., Мустафин Р.Г. Применение протокола Sampled Values в системах РЗА цифровой подстанции // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах. Казань, 2021. С. 324-327.
3. Базыль И.М., Дударенко А.Д. Использование оптических трансформаторов тока // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Тула, 2018. № 12. С. 44-46.
4. Куракина, О. Е. Модернизация трансформаторов / О. Е. Куракина, А. В. Вахитова // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов : Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 145-146.

ПРОБЛЕМА ЗАЩИЩЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ОТ КИБЕРАТАК

Сагиров В.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

vildan.2001.1@gmail.com

Науч. рук. к.т.н. Писковацкий Ю.В.

Цифровые подстанции являются ключевыми элементами современных электроэнергетических систем и играют важную роль в обеспечении надежной и безопасной работы электросетей. Однако с развитием информационных технологий и интернета вещей возникают новые угрозы в виде кибератак на цифровые подстанции. Эта статья исследует проблему защищенности цифровых подстанций от кибератак, а также предлагает рекомендации по усилению безопасности этих критически важных объектов энергетической инфраструктуры.

Ключевые слова: система цифровой подстанции, кибератаки, кибербезопасность, угрозы кибербезопасности, электроэнергетические системы, сетевая изоляция.

Современные электроэнергетические системы становятся все более автоматизированными и цифровыми. Цифровые подстанции, которые контролируют и управляют процессами передачи и распределения электроэнергии, становятся основой для эффективного функционирования электросетей[1]. Они обеспечивают мониторинг и управление электрическими устройствами, оптимизируют нагрузку и сокращают временные простои. Однако увеличение количества цифровых компонентов и подключение к сети Интернет приводят к росту уязвимостей и угроз в виде кибератак[2].

Угрозы кибербезопасности для цифровых подстанций:

1. Дистанционные атаки. Цифровые подстанции часто подключены к сети Интернет для удаленного мониторинга и управления. Это делает их уязвимыми для дистанционных атак, включая атаки через интернет и внутренние сети. Злоумышленники могут попытаться взломать системы управления подстанцией и нарушить ее работу.

2. Вредоносное программное обеспечение. Киберпреступники могут разработать и внедрить вредоносное программное обеспечение, которое может проникнуть в цифровые подстанции и вызвать серьезные последствия. Это может быть программное обеспечение для удаленного управления, шпионское ПО или вирусы, спроектированные для разрушения систем.

3. Фишинг и социальная инженерия. Атаки с использованием фишинга и социальной инженерии могут обмануть сотрудников цифровой подстанции и заставить их предоставить злоумышленникам доступ к системам управления. Это является серьезной угрозой для безопасности, так как оно обходит технические меры защиты[3].

Меры по усилению защищенности цифровых подстанций:

Сетевая изоляция: цифровые подстанции должны быть изолированы от общедоступных сетей Интернета и внутренних корпоративных сетей. Это поможет предотвратить дистанционные атаки и ограничит доступ к системам управления.

Многоуровневая аутентификация: использование многоуровневой аутентификации для доступа к системам цифровой подстанции сделает ее более защищенной от несанкционированного доступа. Это также может включать в себя биометрическую аутентификацию и использование аппаратных токенов.

Мониторинг и обнаружение угроз: установка систем мониторинга и обнаружения угроз позволяет выявлять аномальное поведение в реальном времени и предпринимать меры по предотвращению атак.

Обучение сотрудников: обучение сотрудников в области кибербезопасности и проведение регулярных учений по реагированию на инциденты помогут снизить риск атак, связанных с фишингом и социальной инженерией.

В заключении важно отметить, что цифровые подстанции играют важную роль в электроэнергетической инфраструктуре, и их защищенность от кибератак является критически важной задачей. Угрозы кибербезопасности для цифровых подстанций продолжают расти, а киберпреступники становятся все более изобретательными и агрессивными в своих попытках нарушить работу энергетических систем.

Энергетические компании должны принимать на вооружение не только технические меры безопасности, такие как сетевая изоляция и многоуровневая аутентификация, но и организационные меры, включая обучение персонала и разработку стратегии реагирования на инциденты. Только комплексный подход к кибербезопасности позволит минимизировать риски и обеспечить надежную работу цифровых подстанций[4].

Время и усилия, вложенные в обеспечение защиты цифровых подстанций, являются неотъемлемой частью обеспечения стабильного энергоснабжения и безопасности наших обществ и экономики в целом.

1. Колосок Ирина Николаевна, Коркина Елена Сергеевна Анализ кибербезопасности цифровой подстанции с позиций киберфизической системы // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. №3 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-kiberbezopasnosti-tsifrovoypodstantsii-s-pozitsiy-kiberfizicheskoy-sistemy> (дата обращения: 24.09.2023).
2. Воропай, Н. И. Проблемы повышения киберустойчивости цифровой подстанции / Н. И. Воропай, И. Н. Колосок, Е. с. Коркина // Релейная защита и автоматизация. – 2019. – № 1(34). – С. 78-83.
3. Перспективы эксплуатации цифровых подстанций обсудили в Сколково. Техническое совещание «Особенности эксплуатации цифровых подстанций с учетом требований стандарта МЭК 61850», организованное Кластером энергоэффективных технологий Фонда «Сколково» и резидентом Сколково компанией Теквел (ООО «Теквел Разработка»). 7 февраля 2020 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tekvel.com/ru/web/blog/post/perspektivy-ekspluatsii-cifrovyyh-podstancij-obsud/> (Дата обращения: 24.09.2023)
4. Андреас Клиен, руководитель разработчиков продуктов ИЭК 61850, компания OMICRON (Австрия). Обнаружение кибервторжений на цифровой подстанции. Портал ЭлеЭкспо - интернет-издание в области электротехники, электроэнергетики и автоматизации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.eleexpo.com/i-section/article/item/323-detection-of-cyber-intrusions> (Дата обращения: 24.09.2023)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАВШЕГОСЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗОЛЯЦИИ ТУРБОГЕНЕРАТОРА С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ

Селиванов П.Р.¹, Гавриленко А.Н.²
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
¹selivan2000@mail.ru, ²gkgeu@mail.ru

Мониторинг оставшегося срока эксплуатации изоляции турбогенератора является важной задачей для обеспечения надежности и безопасности работы электростанций. Тепловая модель турбогенератора позволяет проводить анализ температурного режима изоляции и предсказывать ее износ, учитывая такие параметры, как температура окружающей среды, нагрузка генератора, скорость вращения ротора и характеристики изоляции.

Ключевые слова: тепловая модель турбогенератора, срок эксплуатации изоляции, метод конечных элементов.

Своевременное обнаружение дефектов и оценка состояния изоляции позволяет предотвратить возможные аварии и снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования. Кроме того, изоляция играет ключевую роль в обеспечении безопасности персонала, работающего с турбогенераторами. Она предотвращает возможность контакта с токоведущими частями, что снижает риск получения травм и обеспечивает более комфортные условия работы[1].

На срок эксплуатации изоляции турбогенератора могут влиять различные факторы, такие как температура, влажность, вибрации, химические воздействия, ультрафиолетовое излучение и атмосферные воздействия[2]. Каждый из этих факторов может негативно сказаться на состоянии изоляции и привести к ее преждевременному старению или разрушению. Поэтому для обеспечения надежной и безопасной работы турбогенератора необходимо проводить периодические испытания изоляции и учитывать все возможные факторы, которые могут повлиять на ее состояние[3].

Для мониторинга оставшегося срока эксплуатации изоляции турбогенератора можно использовать тепловые модели, которые позволяют оценить температуру внутри генератора и ее влияние на изоляцию. Одной из популярных моделей является модель горячей точки (Hot Spot Model), которая учитывает локальные перегревы и позволяет определить области с наибольшей вероятностью возникновения проблем с изоляцией. Кроме того, можно использовать модели на основе метода конечных элементов (Finite Element Method, FEM), которые

позволяют более точно рассчитать температурное поле и предсказать поведение изоляции в различных условиях эксплуатации[4].

Тепловая модель на основе метода конечных элементов позволяет получить распределение температуры внутри турбогенератора с учетом различных факторов, таких как тепловыделение от обмоток, теплопередача через изоляцию и корпус генератора, а также внешние тепловые воздействия. Такая модель может быть использована для определения областей с максимальной температурой, что важно для оценки состояния изоляции и предотвращения ее преждевременного старения. При создании тепловой модели необходимо учитывать такие характеристики изоляции, как теплопроводность, теплоемкость, коэффициент теплового расширения и другие параметры материала и конструкции изолятора, которые влияют на передачу тепла внутри генератора.

Используя тепловую модель, составляем следующий алгоритм определения оставшегося срока эксплуатации:

Мониторинг тока в обмотке статора. Зная ток в обмотке статора, получаем значения температуры в каждый момент времени в любой точке изоляции. Также учитываем влияние внешних факторов, влияющих на температуру изолятора, таких как температура окружающей среды и влажность.

Построение графика зависимости температуры изолятора от времени. Собрав данные о температуре, строим график в диапазоне времени его текущего срока эксплуатации, горизонтальная ось – время, вертикальная – температура изоляции (Рисунок).

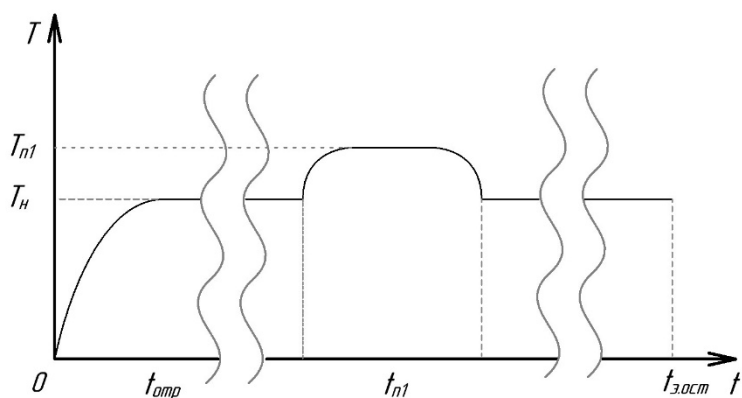


Рис. График зависимости температуры изолятора от времени

Генератор работает в режиме перегрузки время $t_{п1}$, при этом изоляция нагревается до температуры $T_{п1}$. T_n – температура изоляции при номинальном токе в обмотках статора, а $t_{отр}$ – отработанное время работы генератора в нормальном режиме до момента перегрузки. Время $t_{э.ост}$ соответствует оставшемуся сроку эксплуатации изоляции на текущем этапе.

Расчет оставшегося срока эксплуатации. Имея все необходимые значения времени, соответствующие режимам работы генератора, определяем время оставшегося срока эксплуатации:

$$t_{\text{ост}} = t_{\text{э.ост}} - t_{\text{отр}} - t_{\text{расч}},$$

где $t_{\text{расч}}$ – расчетное время работы генератора в режиме перегрузки $t_{\text{п1}}$, эквивалентное времени работы в нормальном режиме, за которое изоляция постареет в равной степени.

И так, разработанный метод определяет оставшийся срок эксплуатации изоляции турбогенератора. Использование этого метода позволяет планировать обслуживание генератора по состоянию изоляции, это предотвращает возможные аварии и обеспечивает надёжную работу электростанции.

Источники

1. Писковацкий Ю.В. Способ обнаружения устойчивых повреждений воздушных линий электропередачи напряжением 110-220 кВ в цикле автоматического повторного включения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 2011. №5-6. С. 96-103
2. Гатауллин А.М. Разработка экспресс-метода оценки состояния изоляции силовых кабелей // Актуальные проблемы электроэнергетики, декабрь 2019, С. 173-178.
3. Ли В., Сюе И., У Ч. Исследование старения изоляции обмотки статора // Электричество, 2013. №6. С. 51-55.
4. Хренников А.Ю., Щербаков В.В., Языков С.А. Диагностика состояния электрооборудования электростанций и подстанций с помощью средств инфракрасной техники // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность, 2006. №2 С.15-20.
5. Испытания изоляции электрических аппаратов / Р. И. Нигматзянов, Д. Р. Абдрашитов, О. Е. Куракина, О. В. Воркунов // Заметки ученого. – 2022. – № 6. – С. 204-206.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПРОВАЛА НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СО СЛОЖНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Фаретдинов И.С.

ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия

FilshatS11@mail.ru

Науч. рук. доц. Исаков Р.Г.

В работе представлен метод количественной оценки устойчивости промышленных процессов к перепадам напряжения. Конечная цель состоит в том, чтобы поддерживать производственные процессы в рабочем состоянии во время падения напряжения или знать, какие перепады напряжения приведут к отключению процесса, чтобы принять оптимальные меры для восстановления процесса. Промышленный процесс содержит группу устройств, работающих вместе и взаимодействующих друг с другом. В зависимости от технологического процесса количество устройств может быть довольно большим, а их характеристики защиты от погружения могут быть довольно разнообразными. Поэтому это приводит к большим различиям между отличительными характеристиками различных процессов, что делает каждый процесс уникальным исследованием.

Ключевые слова: провал напряжения, устойчивость, короткое замыкание, время невосприимчивости.

Провалы напряжения – это кратковременное снижение величины напряжения. Их продолжительность обычно составляет от нескольких циклов до нескольких секунд. Интерес к перепадам напряжения в основном обусловлен их воздействием на оборудование конечного пользователя. Производственные процессы могут выйти из строя или остановиться из-за падения напряжения, что приведет к значительным финансовым потерям.

Провалы напряжения происходят из-за кратковременного увеличения величины тока, в то время как провалы напряжения из-за коротких замыканий и замыканий на землю вызывают наибольшую сложность у потребителей[1].

Целью метода оценки устойчивости процесса к провалам является выявление критически важного оборудования в рамках процесса. Эта идентификация является основой для общей концепции времени невосприимчивости процесса, в соответствии с которой каждое отдельное устройство в процессе связано с параметрами процесса, на которые устройство оказывает влияние. В этом анализе «устройство» также включает в себя распределительное устройство, которое подключает его к источнику питания. Например, асинхронный

двигатель вместе со стартером двигателя и специальными цепями защиты рассматривается как одно «устройство». Для каждого устройства анализируется влияние короткого замыкания на это устройство, поскольку прерывание напряжения питания является наихудшим сценарием при определении невосприимчивости процесса[2].

Предполагается, что, начиная с номинального значения параметра процесса $P_{\text{ном}}$ контролируемого устройством, в момент t_1 происходит прерывание подачи напряжения. В результате параметр процесса начинает отклоняться от своего номинального значения. Это может произойти мгновенно или, как показано на рисунке, через некоторый промежуток времени Δt . Эта задержка может быть связана с отключением оборудования через Δt секунд после фактического отключения напряжения питания в реакции процесса. В момент времени t_2 значение параметра процесса пересекает нижнюю границу, ниже которой нормальная работа процесса не может поддерживаться. Начиная с t_2 и далее, процесс больше не работает должным образом и должен быть либо остановлен, либо повторно запущен, исправлен иным образом (см. рисунок)[3].

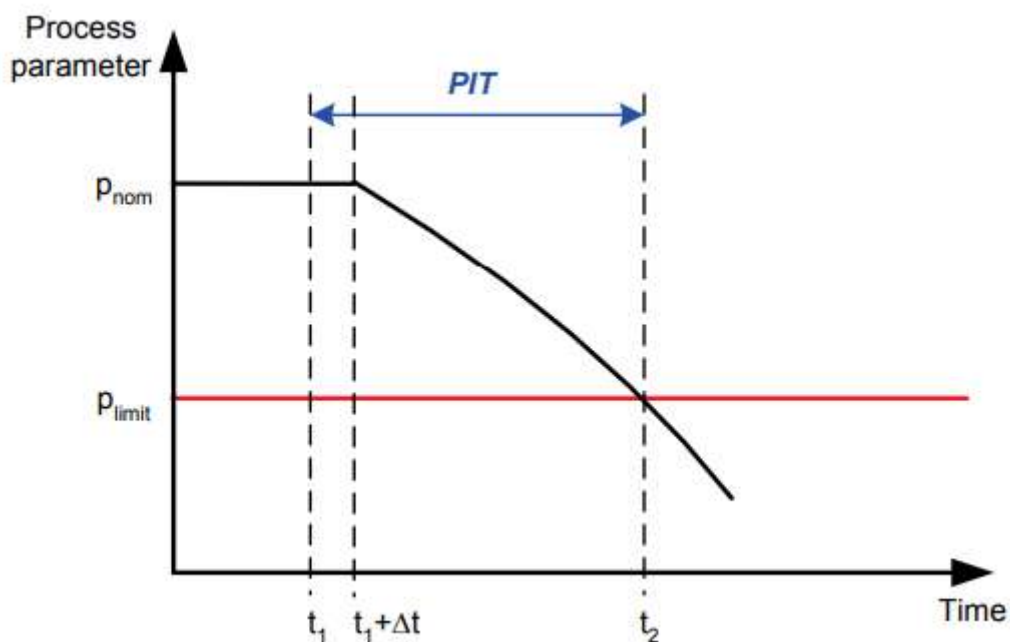


Рис. Определение времени невосприимчивости процесса для технологического оборудования

Первым шагом в предлагаемой оценке невосприимчивости является составление списка всех устройств в рамках процесса. Количество потребителей должно быть как можно больше, поскольку перебои в технологическом процессе часто вызываются оборудованием, влияние которого на технологический процесс не всегда полностью изучено.

Затем процесс разбивается на функциональные единицы (функции) или уровни. Количество требуемых уровней зависит от сложности процесса. Самый нижний уровень содержит индивидуальное оборудование, для которого должны быть определены соответствующие параметры процесса.

В зависимости от того, насколько ниже время невосприимчивости, тем более критичным является оборудование для этого процесса. Первой задачей для успешного применения предлагаемой структуры является сбор необходимой информации. Слишком часто только инженеры-электрики участвуют в исследовании чувствительности процесса к перепадам напряжения. Они не всегда осведомлены о сложных взаимодействиях между различными частями, параметрами, устройствами процесса. Кроме того, они часто фокусируются исключительно на тех устройствах, которые обрабатывают энергию, пренебрегая воздействием датчиков, средств защиты и управления. Поэтому для проведения надежного анализа необходимо объединить усилия инженеров-электриков, инженеров-технологов и инженеров по управлению.

Источники

1. Гуревич Ю.Е. Особенности электроснабжения, ориентированного на бесперебойную работу промышленного потребителя / Ю.Е. Гуревич, К.В. Кабиков. – Москва: ЭЛЕКС-КМ, 2005. С. 19-31.
2. Маслеников Г.К. Обеспечение качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения // Энергосбережение, 2002. № 1. С. 15-21.
3. M. H. J. Bollen et al., "CIGRE/ CIRED/ UIE joint working group C4.110, voltage dip immunity of equipment in installations - Main contributions and conclusions," CIRED 2009 - 20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution - Part 1, Prague, Czech Republic, 2009, pp. 1-4, doi: 10.1049/cp.2009.0584.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПО ДАННЫМ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Хайруллин Т.И.¹, Светлова Е.Д.²

ФГБОУ ВО «МЭИ», г. Москва, Россия

¹KhairullinTI@mpei.ru, ²SvetlovaYD@mpei.ru

Науч. рук. доц. Валянский А.В.

В работе рассмотрены методы идентификации актуальных параметров схемы замещения линии электропередачи по данным синхронизированных векторных измерений. Проведена оценка эффективности описанных методов в различных схемно-режимных ситуациях электроэнергетической системы и предложены способы повышения точности расчетных значений параметров схемы замещения линии электропередачи.

Ключевые слова: синхронизированные векторные измерения, параметры схемы замещения, электропередачи сверхвысокого напряжения

При расчетах установившегося режима работы электроэнергетических систем (ЭЭС), их оценивании состояния, а также при расчетах уставок релейной защиты и автоматики воздушная линия электропередачи (ВЛЭП) сверхвысокого напряжения математически задается П-образной схемой замещения (СЗ), параметры которой рассчитываются по погонным значениям в зависимости от взаимного расположения проводов в пространстве, их марки и конструкции фазы. Однако известно, что активное сопротивление линии зависит как от погодных (скорость ветра, солнечная радиация, температура окружающей среды), так и от режимных факторов (протекающий по линии ток). Активная проводимость обусловлена потерями на коронирование проводов и рассчитывается по их среднегодовым погонным значениям для разных районов страны. При некоторых метеофакторах потери на корону могут превышать среднегодовые значения в 2-10 раз, что ставит под сомнение актуальность принятой для расчетов активной проводимости. В связи с этим возникает задача идентификации актуальных параметров СЗ в определенных условиях режимах работы ЭЭС.

С точки зрения управления электроэнергетическими режимами целесообразно использование данных от установленных в ЭЭС информационно-измерительных систем. Определение значений параметров П-образной СЗ

ВЛЭП требует одновременности измерений режимных параметров по ее концам, поэтому использование классических телеизмерений (ТИ) не представляется возможным. Рассчитать параметры ВЛЭП по ТИ можно только в моменты времени, когда режимные параметры неизменны на протяжении относительно длительного промежутка времени (десятки секунд), например при включении линии в работу (постановке под напряжение). Но учитывая, что линии сверхвысокого напряжения выводятся из работы достаточно редко, применение для них данного метода «по умолчанию» недопустимо.

В качестве решения проблемы определения актуальных параметров СЗ ВЛЭП предложено применять данные синхронизированных векторных измерений (СВИ)[1,2], режимные параметры которых во всех узлах синхронизируются по времени за счет спутниковых навигационных систем (GPS/ГЛОНАСС) с погрешностью менее 1 мкс.

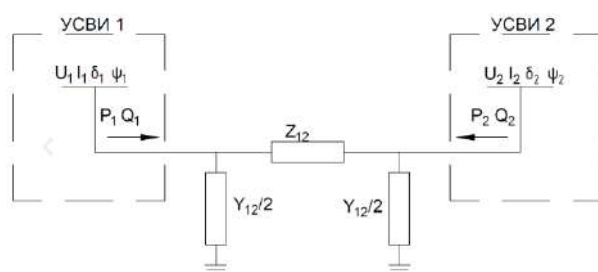


Рис. П-образная схема замещения ВЛЭП

Используя векторные измерения токов, напряжений и фазовых углов по концам ВЛЭП, с помощью уравнений, описывающих ее режим, можно определить поперечную проводимость и продольное сопротивление[1]:

$$\frac{\dot{Y}}{2} = \frac{I_1 - I_2}{U_1 + U_2} \quad (1) \rightarrow \dot{Z} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - U_2 \cdot \frac{\dot{Y}}{2}} \quad (1)$$

Усредняя полученные на временном интервале измерений массивы $[\dot{Z}]$ и $[\dot{Y}/2]$, рассчитываются активное и реактивное сопротивления, а также активная и емкостная проводимости ВЛЭП.

В[2] предлагается определить параметры П-образной СЗ линии методом математической оптимизации, решая систему нелинейных уравнений в виде невязок тока, протекающего через продольное сопротивление, потерь активной и реактивной мощности, а также уравнения, описывающего электромагнитные свойства ВЛЭП.

Для оценки вышеописанных подходов и целесообразности их использования были выполнены расчеты как для различных ВЛЭП, так и для различных

схемно-режимных ситуаций в ЭЭС: наибольших/наименьших нагрузок, установившийся и переходный режимы.

Таким образом, итогами исследования являются:

Эффективность применения уравнений, а также метод математической оптимизации определения параметров СЗ ВЛЭП существенно зависит от режимных условий работы линии (токовой загрузки, изменение направления перетока мощности), их постоянства, а также протяженности линии;

Наибольшая доля в погрешностях параметров СЗ ВЛЭП приходится на систематические погрешности, вносимые в первую очередь измерительными трансформаторами (ИТ), а также кабелями присоединения УСВИ к ИТ, в то время как случайные флуктуации токов и напряжений компенсируются за счет осреднения массива данных СВИ;

Уменьшение систематической погрешности может быть осуществлено как путем модернизации измерительных элементов в энергосистеме (применение оптических трансформаторов тока и напряжения совместно с УСВИ), так путем её фильтрации с помощью высокоуровневых систем оптимизационного моделирования.

Источники

Бердин А.С. Определение параметров схемы замещения ЛЭП по векторным измерениям / А.С. Бердин, П.Ю. Коваленко // Электроэнергетика глазами молодёжи: науч. тр. III международной науч.-техн. конф.: сб. статей. В 2 т. – Екатеринбург: УрФУ. – 2012. – Т.2. – С.29-32.

Yang Wang, Wilsun Xu, James Shen. Online Tracking of Transmission-Line Parameters Using SCADA Data. – IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 31, no. 2, April 2016.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

Хвостовец Р.О.¹, Хвостовец О.А.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹hvostovets.r@mail.ru, ²olga2014852@gmail.com

Науч. рук. доц. В.А. Гаврилов

Автоматизация диспетчеризации и управления электрической нагрузкой является ключевым элементом построения единой надежной и интеллектуальной энергосистемы. Основанная на исследовании диспетчерского управления операциями, несущего канала и радиоканалов с использованием взаимодополняющих технологий, такая система обеспечивает комплекс автоматизации сетевого планирования и управления электрической нагрузкой, полностью автоматическую замкнутую сеть управления и планирования.

Ключевые слова: автоматизация диспетчеризации; управление электрической нагрузкой; терминал подстанции.

Диспетчеризация энергосистемы — это управление и планирование топологии энергосети. Основной задачей диспетчеризации является поддержание нормальной и стабильной работы энергосистемы, обеспечение поставки качественной электроэнергии потребителю и обеспечить экономичную работу энергосистемы[1]. С дальнейшим углублением реформы электроэнергетики и дальнейшим исследованием рынка электроэнергии были выдвинуты более высокие требования к комплексной автоматизации диспетчеризации и управлению электрической нагрузкой. Эксплуатация энергосистемы и управление ею зависят от правильного устройства системы автоматизации и диспетчеризации[2].

В данной статье анализируется важность системы электрического мониторинга в электротехнике путем сравнения стабильности электроснабжения подстанции с использованием технологии микрокомпьютерного мониторинга и без использования этой технологии[3].

В эксперименте стабильность источника питания меняется с увеличением напряжения питания, но разница между ними постепенно увеличивается (см. рисунок 1).

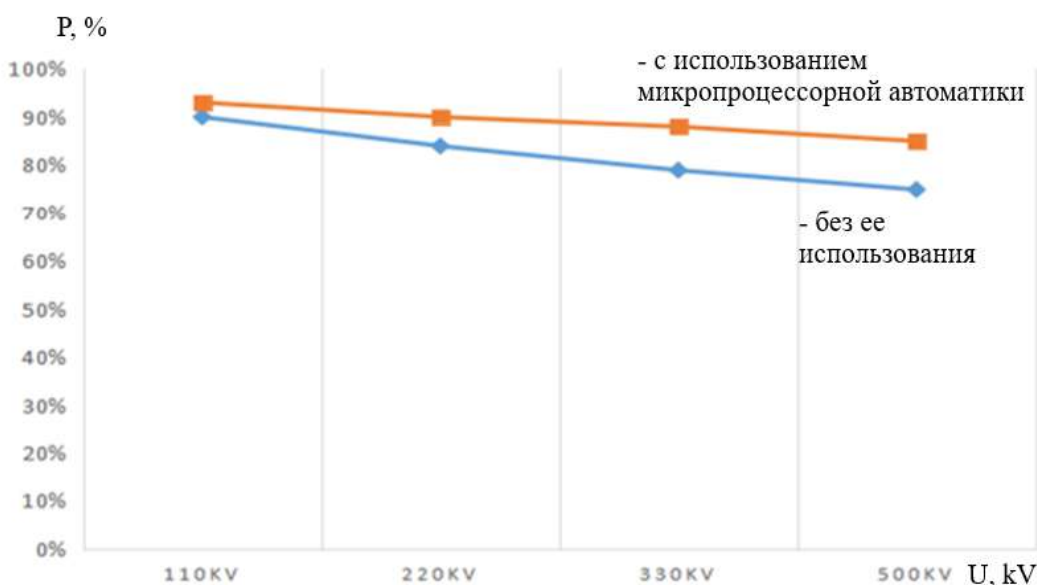


Рис. 1. Анализ данных системы электрического мониторинга

Ядром устройства защиты микрокомпьютера является микропроцессор. Технология микрокомпьютерного мониторинга обладает высокой стабильностью. Такая защита обладает мультиселективностью и высокой чувствительностью, что значительно повышает его надежность и позволяет снизить вероятность человеческого фактора[4]. В результате анализа экспериментальных данных установлено, что с повышением напряжения стабильность электроснабжения подстанции без технологии микрокомпьютерного мониторинга незначительно снижается, но остается на высоком стабильном уровне.

Исходя из анализа, стабильность работы подстанций без технологии микрокомпьютерного мониторинга при среднем напряжении снижается незначительно, но с повышением напряжения стабильность работы снижается более ощутимо. Из этого следует, что применение подобных систем играет важную роль в развитии технологии электрического мониторинга и позволяет повысить надежность[5].

Установлено, что технологии автоматизации широко используются в электротехнике, что значительно повышает степень автоматизации оборудования. Более того, применение различных технологий электротехники и автоматизации в той или иной степени ускорило развитие электротехники и увеличило стабильность, надежность и безопасность различных электрических систем. Благодаря непрерывному развитию науки и техники электротехника и технологии автоматизации вывели электротехнику на совершенно новую ступень развития, реализовали интеллектуальное управление

электрооборудованием и воплотили великую идею разумного изменения жизни.

Использование микропроцессорных систем автоматизации позволяет управлять нагрузкой с минимальной задержкой времени, осуществлять автоматические переключения при аварийных ситуациях тем самым снижая вероятность отключения от энергосистемы важных потребителей.

Источники

1. J. Xdu, «Technology and optimization of power system dispatching automation» New technology & new products of China, vol. 15, pp. 22-26, 2010
2. Кушнир А.В., Виноградов А.А. Диспетчеризация и автоматизация системы электроснабжения на базе PSI. Международный Научный Институт «Education» Ежемесячный научный журнал №5/2014, Новосибирск, 65 с.
3. Афоничев Д.Н. Информационные технологии в науке и производстве: учеб. пособие / Д.Н. Афоничев, С.Н. Пиляев, И.И. Аксенов. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2015. – 140 с.
4. Левенчук А.И. Системноинженерное мышление: учебник / А.И. Левенчук. – Москва: Изд-во МФТИ, 2015. – 305 с.
5. Коробов Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: учеб. пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавцев, Н.А. Черемисинова. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 192 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ЭКВИВАЛЕНТА ПОНИЖАЮЩЕЙ ПОДСТАНЦИИ

Хисматуллин А.И.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия

khismatullin.ars@yandex.ru

В статье описан алгоритм автоматизированного расчёта параметров схемы замещения эквивалента понижающей подстанции, токов короткого замыкания и остаточных напряжений, значения которых используются в системе комплексного автоматизированного расчёта уставок РЗА подстанционного оборудования.

Ключевые слова: расчет параметров схемы замещения, расчёт токов короткого замыкания (ТКЗ) и остаточных напряжений, релейная защита и автоматика.

Расчёт параметров эквивалента электрической сети является трудоёмкой задачей. Решением данной проблематики является разработка алгоритма автоматизированного расчёта параметров схемы замещения, и его реализация на базе программного обеспечения.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ АЛГОРИТМА

Для автоматического расчёта необходимо указать исходные данные:

Выбрать из раскрывающегося списка номинальные напряжения высокой ($U_{\text{ном ВН}}$) и низкой сторон ($U_{\text{ном НН}}$) сети, кВ;

Значения результирующих сопротивлений в максимальном ($X_{\text{с.рез. max}}$) и минимальном ($X_{\text{с.рез. min}}$) режимах работы системы до точки короткого замыкания (КЗ);

Значение базисной мощности (S_0), ВА;

Значение номинальной мощности трансформатора ($S_{\text{ном}}$), МВА;

Выбрать тип трансформатора подстанции, ввести его напряжение КЗ (U_k), %. В случае, если выбран трансформатор с расщеплённой обмоткой, вводятся три значения U_k ($U_k \text{ВН-НН}$, $U_k \text{ВН-НН1}$, $U_k \text{НН-НН1}$), %.

Ввести предельное значение регулирования напряжения трансформатора (РПН), ($\Delta U_{\text{РПН}}$).

Значения нормальных и максимальных коэффициентов загрузки трансформатора и трансформатора смежной секции шин (k_3);

Значение линейного напряжения в условиях самозапуска двигателей нагрузки после отключения КЗ в месте установки защиты (U_{min}), кВ (может быть принято равным $0,85-0,9 U_{\text{ном}}$);

Значение линейного напряжения в условиях самозапуска двигателей нагрузки при включении их от автоматики в месте установки защиты, кВ, (может быть принято равным $0,7 U_{ном}$).

Так, система рассчитывает значение максимального возможного напряжения системы с учётом РПН трансформатора ($U_{max \text{ РПН}}$), которое не должно превышать стандартное значение максимального рабочего напряжения (U_{max}), после сравнения которых будет использовано в качестве определяющего то или иное значение максимального напряжения.

Далее системой производится определение метода расчёта сопротивлений (различных для двухобмоточного и с расщеплённой обмоткой низкого напряжения трансформатора), и расчёт данных сопротивлений, на основе которых системой производится расчёт значений ТКЗ в четырёх расчётных точках: на шинах энергосистемы (К1); на шинах распределительного устройства (РУ) (К2); на линии, отходящей от РУ (К3); в случае варианта сети, согласно которому отходящая от РУ линия питает трансформатор собственных нужд (ТСН), и указанных параметров данного ТСН, рассчитывается ТКЗ на его выводах (К4).

Кроме значений ТКЗ, системой определяются значения остаточных наибольших междуфазных напряжений при трёхфазном ($U_{кз \text{ max}}$) и двухфазном КЗ ($U_{ост. 2}^{(2)}$) в расчётных точках К2 и К3.

Алгоритм представлен на рисунках ниже.



Рис. 1. Блок-схема алгоритма расчёта параметров схемы замещения

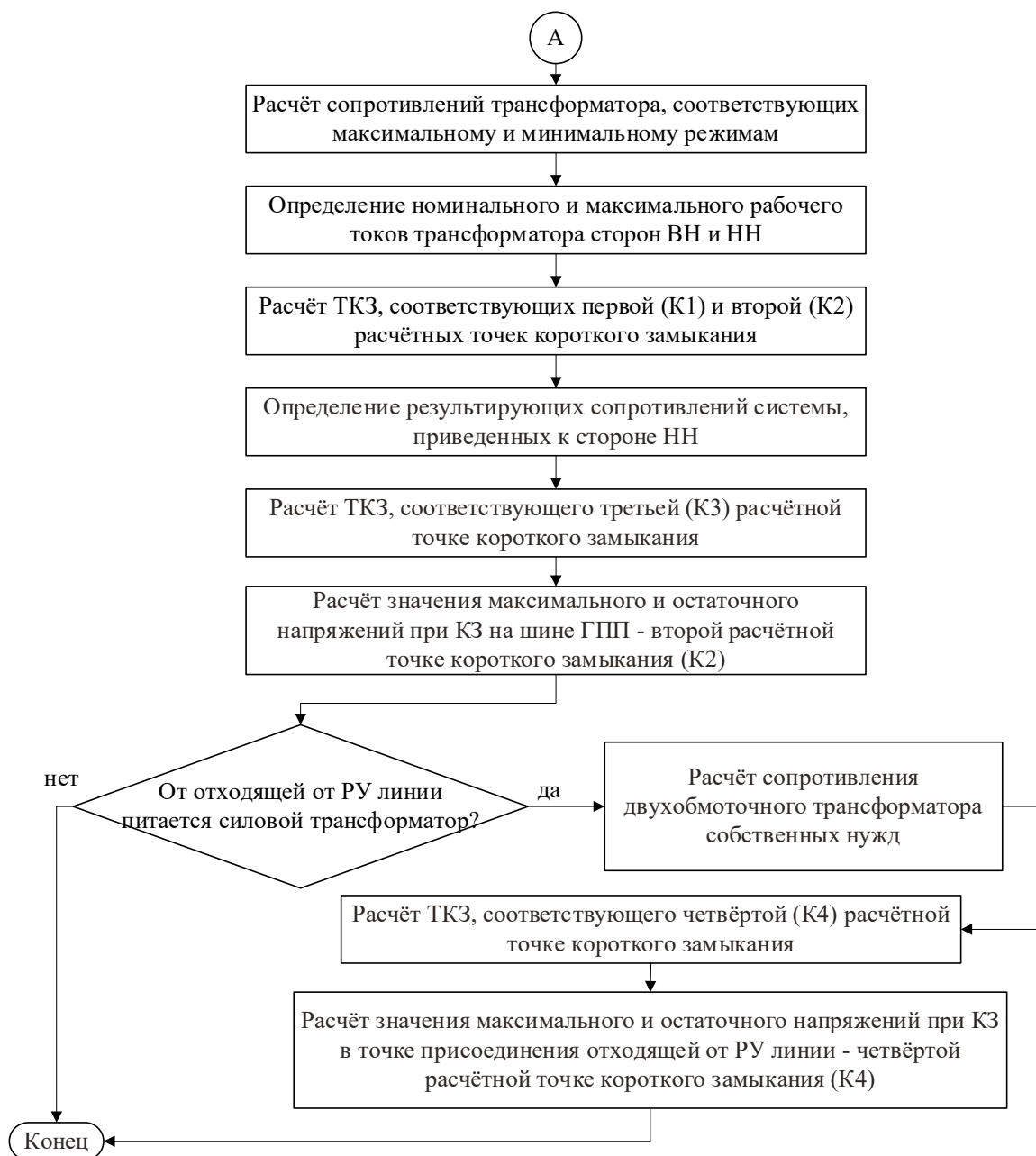


Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчёта ТКЗ и остаточных напряжений схемы замещения

Алгоритм позволяет упростить расчёт параметров схемы замещения эквивалента понижающей подстанции классов напряжения 35-110 кВ при проектировании электрических сетей, в т.ч. для расчёта уставок РЗА.

Источники

Игуменцев В.А., Олейников В.К., Патшин Н.Т., Панова Е.А. Релейная защита и автоматика понизительных подстанций промышленного предприятия: Учеб. пособие. - Магнитогорск: МГТУ, 2014. – 108 с.

НАПРАВЛЕНИЕ 3: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.313

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ НА РАБОТУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

Акмалов Ф.И.¹, Хуснутдинов А.Н.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹akmalfan25@gmail.com, ²khusnutdinov.an.kgeu@mail.ru

В данном тезисе освещается анализ влияния величины магнитной индукции в электродвигателе электропоезда метрополитена с применением программы Ansys Maxwell. Особое внимание уделяется его отрицательному воздействию на зубцы ротора электродвигателя модели ДАТЭ-170-4У2, а также предлагаются рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: электродвигатель, магнитная индукция, метрополитен, зубцы ротора.

Современные электродвигатели электропоездов метро сталкиваются с растущими требованиями к эффективности, надежности и экологической безопасности [1]. Эффективность и надежность работы электродвигателей во многом зависят от их технологических и эксплуатационных показателей. Одним из показателей продолжительности жизненного цикла используемого в электропоезде электродвигателя является показатель магнитной индукции в его электромагнитных элементах. В этом контексте анализ показателя магнитной индукции электродвигателя играет важную роль в обеспечении эффективной и устойчивой работы электроприводов и транспортных систем в целом.

Анализ распределения магнитной индукции позволяет выявить потенциальные проблемные зоны, такие как области с низкой индукцией или неоднородным распределением, которые могут привести к снижению эффективности или возникновению нежелательных электромагнитных явлений [2-4].

Моделирование и анализа показателей электродвигателей производился с помощью программного пакета Ansys Maxwell. Он предлагает набор инструментов для моделирования и анализа электродвигателей, используя продвинутые численные методы, основанные на методе конечных элементов (МКЭ), для решения уравнений электромагнетизма и предсказания электромагнитных полей и характеристик электродвигателей [3, 5].

В качестве примера был взят тяговый асинхронный электродвигатель ДАТЭ-170-4У2, применяемый в вагонах типа 81-740/741 «Русич». В настоящее время

такие вагоны эксплуатируются в Московском, Казанском и Софийском метрополитене.

На рисунке изображен градиент плотности распределения магнитной индукции в пазах двигателя.

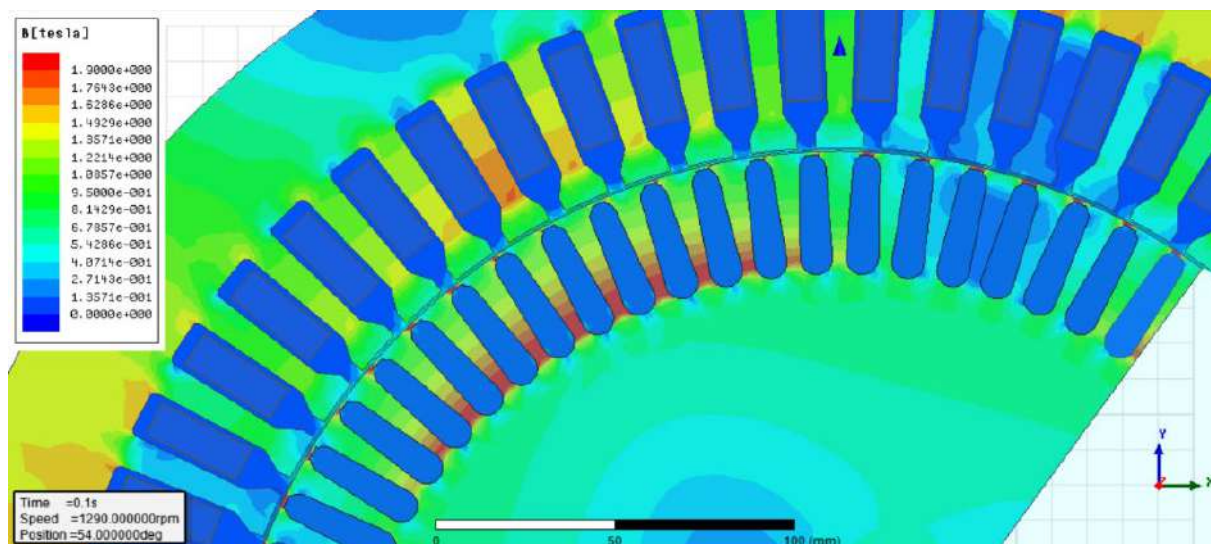


Рис. Плотность распределения магнитной индукции в пазах двигателя

По результатам моделирования, максимальное значение магнитной индукции, относительно других частей двигателя, составляет 1,9 Тл и приходится на область зубцовой зоны ротора. Допустимые значения магнитной индукции для стали 2013 колеблются в пределах 1,5-1,7 Тл [6]. Из-за превышения допустимого показателя магнитной индукции в области зубцов ротора материал может достичь своего предельного насыщения. Это может привести к увеличению магнитного сопротивления и падению величины магнитной индукции, что может снизить эффективность работы двигателя. Также может приводить к увеличению дополнительных потерь, таких как потери от вихревых токов и перенамагничивания. Это приводит к повышению температуры в этой области и снижению общей эффективности работы двигателя.

Для предотвращения негативных воздействий превышающей показатели магнитной индукции предлагается [4, 7]:

- проектирование эффективной системы охлаждения, которая поможет управлять нагревом зубцов и снизить негативное воздействие магнитной индукции;
- разработать оптимальные формы зубцов, способствующие равномерному распределению магнитной индукции и снижению концентрации напряжений;

- использовать материалы с высокой проницаемостью, что поспособствует снижению показателя магнитной индукции в зубцах ротора и улучшению работы электродвигателя.

Источники

1. Ле С. Х. Оценка эффективности применения систем асинхронного тягового привода электроподвижного состава // Энергетика и энергосбережение: теория и практика. – 2014. – С. 6-10.
2. Вавилов В. Е., Саяхов И. Ф. Исследование магнитного поля реакции ротора асинхронного электродвигателя // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2016. – Т. 12. – №. 1. – С. 13-19.
3. Pavlov P. et al. Testing digital instruments and power systems devices // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Т. 216. – С. 01063.
4. Яшагина А. В. Анализ оценки показателей надежности электроподвижного состава городского электротранспорта // Тинчуринские чтения-2022" Энергетика и цифровая трансформация". – 2022. – С. 388-390.
5. Федорова Н. Н., Вальгер С. А., Данилов М. Н., Захарова Ю. В. Основы работы в ANSYS 17. – М.: ДМК Пресс, 2017. 210 с.
6. И. П. Копылов, Б. К. Клоков Справочник по электрическим машинам: В 2 т./ Т. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1988. 456 с.
7. Ваганов М. А., Пименова И. А. Оптимальные значения магнитных индукций в магнитной цепи асинхронных двигателей // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2014. – №. 10. – С. 38-44.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДОВ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Атласов Д. П.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

mimimi1234543@mail.ru

Науч. рук. доц. Балобанов. Р.Н.

Тезис о преимуществах использования светодиодов в энергосбережении. Они потребляют меньше энергии, долговечны и можно регулировать яркость и цвет свечения. Однако, из-за сложной технологии и высокой стоимости производства, цена на светодиоды выше, чем на традиционные источники света.

Ключевые слова: энергосбережение, светодиоды, долговечность, яркость, снижение затрат, источник света, экономичность.

В последнее время научно-технический прогресс шагнул далеко вперед и в области энергосбережения были созданы новые технологии, которые позволяют значительно снизить потребление энергии. Одной из таких технологий стало использование светодиодов.

Светодиоды, или светоизлучающие диоды, являются полупроводниковыми приборами, которые преобразуют электрическую энергию в световую. Их основным достоинством является низкий расход энергии при высокой яркости свечения. То есть они, в отличие от ламп накаливания, которые требуют нескольких сотен вольт, для работы светодиодов достаточно всего нескольких вольт. Это позволяет существенно сократить затраты на электроэнергию. Главная причина, почему светодиоды могут работать при низких напряжениях, заключается в их структуре. Структура светодиода включает в себя слои полупроводникового материала с различной электропроводностью (N-типа и P-типа)[1]. При прохождении тока через светодиод, электроны перемещаются из области N-типа в область P-типа и испускают свет. Важно отметить, что для запуска этого процесса достаточно всего нескольких вольт. Ещё один фактор, который позволяет светодиодам работать при низких напряжениях, является их эффективность. Светодиоды генерируют свет более эффективно, чем обычные люминесцентные или галогенные лампы. Это означает, что меньше энергии тратится на нагревание и связанные с этим потери, что позволяет светодиодам работать при более низких напряжениях[2, 3].

Одним из преимуществ использования светодиодов является их долговечность[2]. Они способны работать несколько лет без замены, что

существенно уменьшает затраты на обслуживание. Кроме того, светодиоды не содержат вредных материалов, таких как ртуть, которая присутствует в традиционных лампах накаливания и люминесцентных лампах. Также, у светодиодов низкий уровень тепловыделения: они не выделяют столько тепла, как традиционные источники света, что значительно снижает потребление электроэнергии при охлаждении помещения.

Следующим достоинством светодиодов является их возможность регулирования яркости и цвета свечения. Это позволяет создавать различные световые эффекты и адаптировать световой поток под различные задачи[3].

Еще одним важным преимуществом светодиодов является их экологичность. Они не выделяют ультрафиолетовое и инфракрасное излучение, что делает их безопасными для здоровья человека и окружающей среды. Кроме того, светодиоды могут работать от альтернативных источников энергии, таких как солнечные панели, что позволяет сократить зависимость от традиционных источников электроэнергии и снизить вредное воздействие на окружающую среду.

Однако, несмотря на все вышеперечисленные достоинства, у светодиодов есть и некоторые недостатки. Так, из-за сложности технологии и высокой стоимости производства, цена на светодиоды выше, чем на традиционные источники света. Это может стать препятствием для их широкого использования в обычных бытовых условиях. Но это не самый большой минус, так как производители активно работают над снижением стоимости производства и совершенствованием в технологиях сборки. В итоге, в ближайшие годы мы, вероятно, увидим резкое снижение стоимости светодиодов и лампочек, что скажется на их распространенности во всем мире.

Также, несмотря на высокую яркость светодиодов, они могут иметь ограниченный угол освещения. Это может потребовать установки большего количества светодиодных ламп для достижения нужной освещенности [4].

В заключение можно сказать, что светодиоды - это инновационные технологии, которые с каждым годом становятся все более доступными и популярными. Их преимущества включают в себя экономию энергии, долговечность, экологичность, а также широкие возможности в использовании для дизайна и сценических эффектов. Свет будущего - это светодиодное освещение, которое способно не только сэкономить электроэнергию, но и создать уникальные световые композиции и повысить качество жизни людей.

1. Бугров В. Е., Виноградов К. А., Оптоэлектроника светодиодов. Санкт Петербург «Национальный исследовательский университет», 2013. С. 18-25
2. Шуберт Ф. Е., Светодиоды // Пер. с англ. под ред. А. Э. Юновича - 2-е изд. – М.: ФИЗМАТ, 2008. С. 28-34
3. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1982. С. 264-280
4. Основные преимущества перехода на светодиодные источники света. [Электронный ресурс]: информационная статья. – Режим доступа: http://gbdou65.ru/?page_id=4129 (дата обращения: 07.10.2023)

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ И ИЗОЛИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА СЧЕТ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГИБКОСТЬЮ

Бабаджаниян А.В.

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет,

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Науч. рук. ст. преп. Елисеева А.А.

В работе проводится оценка систем энергоснабжения удаленных и изолированных территорий за счет управления энергетической гибкости. Приводится пример различного типа генерации для определенных зон России. Рассмотрен опыт Группы «РусГидро» и Центра «Энерджинет».

Ключевые слова: энергетика, удаленные и изолированные территории, возобновляемые источники энергии, энергетическая гибкость, Microgrid.

Требования к энергетической системе значительные, сложные и не всегда очевидные. Но система электроснабжения должна быть надежной и, к тому же, устойчивой, также имея при этом маневренность и гибкость.

На данном этапе развития Единая Энергосистема не имеет возможности обеспечить электричеством труднодоступные и изолированные территории. Учитывая суровый климат, строительство линий электропередач, которые способны передавать электроэнергию с меньшими потерями, становится невозможным.

На зоны децентрализованного энергоснабжения приходится практически 65% территории РФ, где проживает менее 14% населения государства. Существенная часть сосредоточена в городах и снабжается тепловой и электрической энергией от крупных электростанций, но не менее 700 тыс. человек в 23 субъектах государства проживают на удаленных территориях с децентрализованным энергоснабжением, где общая мощность почти 500 российских объектов генерации составляет 840МВт.

Одной из проблем энергоснабжения УИТ РФ заключается в его высокой стоимости. Так как в России в настоящее время установленная мощность возобновляемых источников энергии в составе объектов локальной генерации составляет лишь 2% от их совокупной мощности, можно сказать, что обеспечение электроэнергией удаленных территорий производится практически полностью за счет дизельной генерации.

Анализ и опыт Группы «РусГидро» по улучшению объектов энергоснабжения с применением модернизированного оборудования и современных технологий показал, что, снижая стоимость производства электроэнергии на УИТ при эффективном использовании потенциала ВИЭ и систем автоматизированного, можно сократить размер субсидирования.

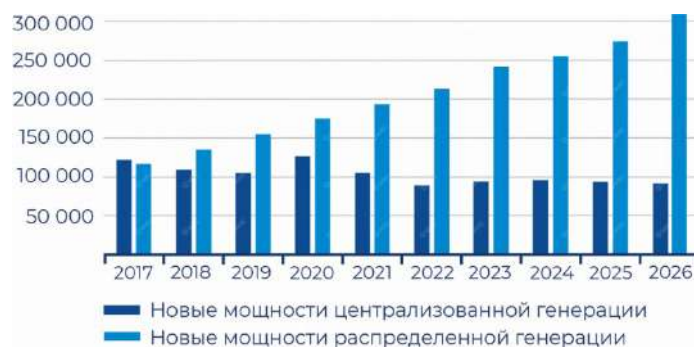


Рис. Прогноз введения новых мощностей централизованной и распределенной генерации.

Принципиально новой парадигмой генерации, передачи и распределения электроэнергии становится концепция «Интернета энергии» - Малая «умная» энергетика.

Microgrid можно определить, как сеть, состоящую из различных элементов (распределенных энергоресурсов, систем накопления энергии и нагрузок) в локальном масштабе, либо подключенных к сети в «сетевом режиме», либо изолированных в изолированном режиме. В режиме подключения к сети происходит обмен энергией между микросетью и коммунальной сетью и наоборот. Проблема несоответствия мощности в подключенных к сети микросетях может быть решена путем управления генерацией или путем изменения спроса с помощью управления нагрузкой. В островном режиме Microgrid не подключена к первичной сети, а потребление обслуживается за счет автономных распределенных энергоресурсов внутри микросети. Несоответствие мощности в изолированной микросети решается с помощью надлежащей схемы управления для планирования нагрузки и распределения энергетических ресурсов, включая системы накопления энергии. Управляющие действия в микросети централизованно оцениваются в центральном контроллере микросети (MGCC) для решения задачи экономической оптимизации, направленной на минимизацию компромисса между внутренними производственными ресурсами и мощностью, обмениваемой с коммунальной сетью. Микрогрид, как правило, работает при подключении к общей центральной сети, но в любой момент он может отключиться и работать за счет своей собственной генерации энергии.

В частности, Группа «РусГидро» активно внедряет технологию АГЭК в рамках модернизации объектов дизельной генерации Дальнего Востока. Эта технология позволяет увеличивать КИУМ ВИЭ за счет использования ресурсов энергетической гибкости маневренной дизельной генерации и систем накопления энергии (при наличии). Еще большую эффективность можно извлечь за счет использования всего потенциала управления энергетической гибкостью в изолированном энергоузле, имеющегося как на стороне генерации, так и на стороне потребителей.

Энергетическая гибкость должна обеспечивать баланс между потреблением и выработкой на базе ВИЭ так, чтобы минимизировать использование топливной генерации и достичь максимальный КИУМ ВИЭ.

В перспективе удаленные и изолированные территории могут стать местом «зарождения» нового энергетического уклада, основанного на бережном использовании локальных энергетических ресурсов и кооперативном управлении энергосистемами с участием потребителей.

В результате реализация концепции приведет к тому, что стоимость энергии станет значительно меньше, участники рынка присоединятся к «умным вещам», будет создана сеть малых генераторов, появятся более эффективные системы накопления энергии и инфраструктура распределения электроэнергии по линиям электропередач 110 кВ и менее.

Источники

1. Удаленные территории и их энергообеспечение. – [Электронный ресурс]. – <https://lektsii.org/5-67377.html>.
2. Электроэнергетика 4.0: перейти на цифру — https://www.soups.ru/uploads/media/rvk_020818.pdf.
3. В. Г. Лабейш. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие. - СПб.: СЗТУ, 2003.-79 с.
4. Алхасов А. Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – 271 с.
5. Лукитин Б. В. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие/ Б. В. Лукитин. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. — 187 с.
6. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование: учебник для академического бакалавриата / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2018. – 409 с.

ВЫСШИЕ ГАРМОНИКИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Белей В.Ф.¹, Коротких К.В.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград, Россия

¹vbeley@klgtu.ru, ²kirill.korotkikh@klgtu.ru

В работе рассмотрена проблема высших гармонических. Дан анализ нормативных документов России по данной тематике. На основе аналитических и экспериментальных исследований показана необходимость контроля высших гармоник тока, эмитируемых в системы электроснабжения от потребителя. Показаны пути снижения высших гармонических в системах электроснабжения.

Ключевые слова: высшие гармоники, нелинейный электроприемник, система электроснабжения, напряжение, мощность, ток, стандарт.

Использование в системах электроснабжения новейших технологий, приводит к росту высших гармоник (ВГ) тока и напряжения. Ущерб от ВГ обусловлен увеличением мощности и количества электроприемников, способствующих распространению ВГ и аппаратуры, подверженной их влиянию[1,2]. ГОСТ 32144–2013[3] и ранее изданные стандарты в области качества электроэнергии[4] регламентируют показатели, связанные с несинусоидальностью напряжения: коэффициент гармонических составляющих напряжения и суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения в точке передачи электрической энергии. Наряду с гармониками напряжения в электрических сетях имеют место ВГ тока. Источниками ВГ тока является: несинусоидальное напряжение сети; нелинейные электроприёмники. Согласно[1] нелинейный элемент в силовой цепи обладает преобразовательными свойствами (см. рисунок 1).

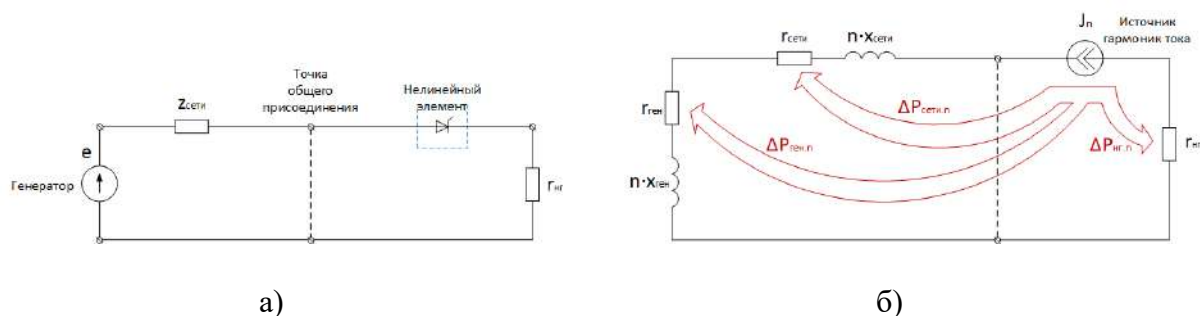


Рис. 1. Диаграмма гармонического потока мощности в сети переменного тока:
а) электрическая схема однофазной сети; б) поток мощности на гармонической частоте

В качестве примера, иллюстрирующего об эмиссии ВГ тока в питающую сеть, приведены результаты экспериментальных исследований токов дуговой печи ДСП-5 (см. рисунок 2).

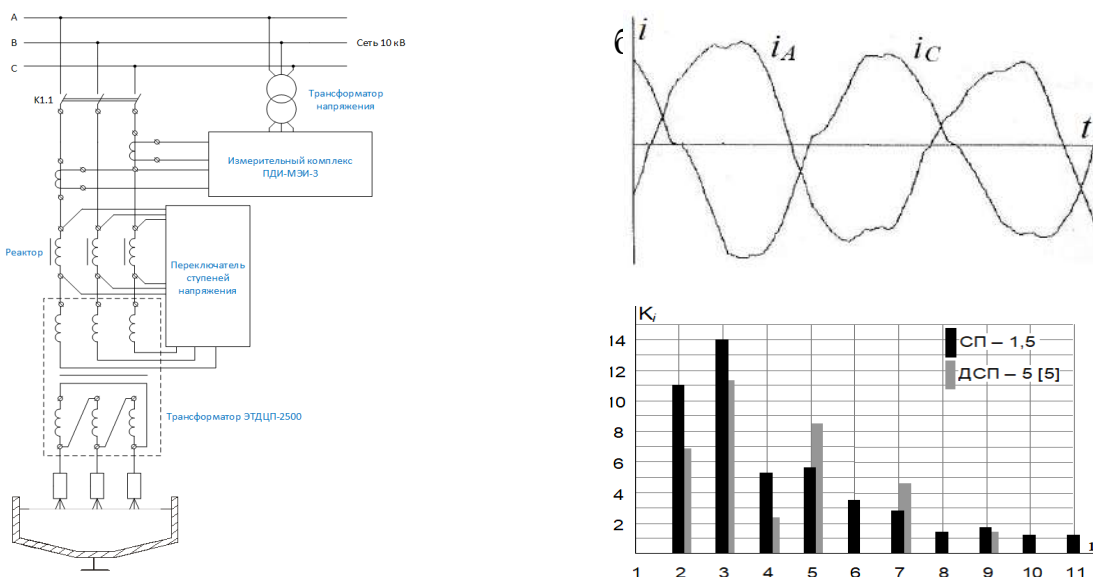


Рис. 2. Схема экспериментальной установки (а), осциллограмма (б) и гистограмма (в) гармоник тока дуговой печи при расплаве шихты

Анализ результатов исследований показывает, что в питающую сеть осуществляется эмиссия ВГ тока: прямой – 7, 13; обратной – 5, 11 и 3, 9 – нулевой последовательностей, которые замыкаются по соответствующим путям электрической сети[2]. Наличие четных гармоник, обусловлено несимметрией положительной и отрицательных значений полуволн токов относительно оси абсцисс (см. рисунок 2б).

При наличии ВГ тока, напряжение в каждой точке сети будет определяться: напряжением, подводимым от питающей сети $u_{ист}$, и суммой падений напряжения от всего спектра ВГ тока.

$$u = u_{сетu} + \sum_{n=2}^{40} i_n \cdot z_n \quad (1)$$

где z_n, i_n – гармоническое сопротивление и ток соответственно участка цепи на частоте f_n .

ВГ тока практически не оказывают влияния на несинусоидальность напряжения сети в точке подключения, если мощность потребителя электроэнергии несоизмеримо ниже по сравнению с мощностью короткого замыкания ($S_{кз}$) в точке подключения потребителя.

$$S_{кз} = \frac{U_{ном}^2}{Z_{кз}} \quad (2)$$

В России ГОСТ 32144–2013 не регламентирует показатели, связанные с ВГ тока. Однако, у нас в стране имеется ряд нормативных документов регламентирующих эмиссию ВГ тока для отдельных электроприемников: ГОСТ 30804.3.2-2013 нормирует эмиссию ВГ тока (мА/Вт) и коэффициент гармонических составляющих тока $K_{I(n)}$ для световых приборов[5]. Национальные стандарты ряда стран регламентируют показатели, связанные с ВГ тока[1,4].

Способы снижения уровня ВГ разделяются на три группы[1,2,4].

1. Нормативные меры - находят отражение в стандартах на допустимый уровень, которые генерируют выпускаемое фирмами электрооборудование.
2. Схемные решения: выделение нелинейных нагрузок на отдельную систему шин; повышение фазности полупроводниковых преобразователей. В настоящее время в основном применяются шестифазные преобразователи, генерирующие высокий уровень ВГ тока (повышение фазности преобразователей до 12, 24 значительно снижает уровни ВГ тока); подключение нелинейной нагрузки к системе с большей мощностью короткого замыкания $S_{кз}$.
3. Использование фильтрующих устройств: узкополосные фильтры, фильтросимметрирующие устройства, активные фильтры и статические тиристорные компенсаторы.

На основе выполненных исследований получены следующие результаты.

1. Показана природа высших гармонических тока в системах электроснабжения.
2. Наличие широкого спектра ВГ тока в системах электроснабжения обуславливает их распространение по путям прямой, обратной и нулевой последовательностей.
3. Показана необходимость регламентирования показателей, связанных с высшими гармониками тока.
4. Приведены мероприятия по снижению высших гармонических в системах электроснабжения.

Источники

1. Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. 320 с.
2. Белей В.Ф. Результаты экспериментальных исследований нелинейных нагрузок системы электроснабжения объекта морской индустрии / В.Ф. Белей, К.В. Коротких, В.Д. Самарин // Морские интеллектуальные технологии, 2022, №4. Том 4. С.79-85.
3. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014. 19 с.
4. Белей В.Ф. Анализ российских и европейских стандартов по оценке качества электроэнергии в системах электроснабжения / В.Ф. Белей, М.С. Харитонов // Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи. XXII международный технологический конгресс: сб. науч. тр., 2015. С.259-265.
5. Valeriy F. Beley, Maksim S. Kharitonov, German V. Kotsar. Results of Studying the Energy Parameters and Characteristics of LED Lamps. Light & Engineering. Vol. 31, No. 3, 2023, pp. 61-68.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА TDOA ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФЕКТОВ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРАХ

Вагапов А.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», Республика Татарстан, г. Казань, Россия

¹aydar.vagapoff@yandex.ru

Науч. рук. доц. Иванов Д.А.

Данная работа посвящается практическому применению метода TDOA и акустического контроля. Рассматривается работа метода локализации частичных разрядов, то есть дефектов высоковольтных изоляторов. Приводится промежуточный результат.

Ключевые слова: высоковольтные изоляторы, метод оценки сигнала, частичные разряда, мониторинг, локализацию дефектов, акустическое излучение

На сегодняшний день для корректной работы современной электроэнергетической системы необходим постоянный мониторинг и оперативный поиск и локализация неисправностей. В данной ситуации можно выделить такую проблему как «дефекты изоляционного оборудования». Данного рода дефекты не всегда возможно обнаружить и определить их местоположение. Для решения данной задачи используется метод *TDOA* для обнаружения локализация проблемной области[1].

При работе дефектного изоляционного оборудования в местах пробоя образуются частичные разряды. Данные разряды представляют из себя следствие истощения ресурса изолятора в определённых местах. Явление частичного разряда сопровождается акустическими волнами, повышением температуры и т.д. На основе этого выбираются методы по детектированию разрядов. В данной работе применяется акустический метод и метод *TDOA*, так как данные методы дополняют друг друга[2, 3].

Для получения данных используется специальная установка, основу которой составляют акустические датчики (рис. 1).

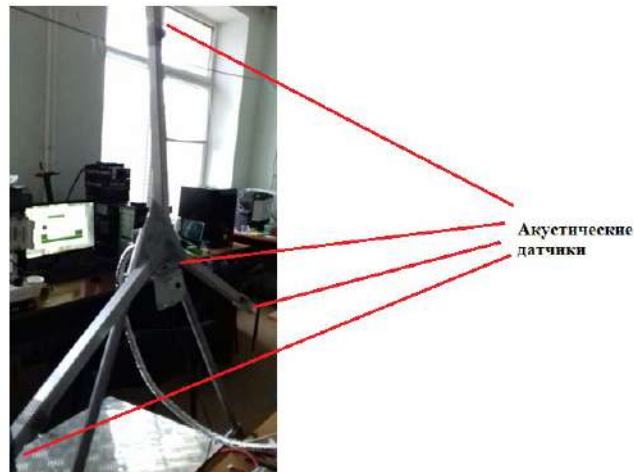


Рис. 1. Переносная установка на основе акустических датчиков

После сбора информации, данные преобразуются в АЦП, далее поступают в ПО *LabView*. На выходе будет готов массив данных[4].

Для определения местоположения дефекта в данной работе применяется метод *TDOA* (рис. 2). Основа данного метода – разница во времени прихода сигнала в разные источники. Полученные ранее массив загружается и обрабатывается по алгоритму[5].

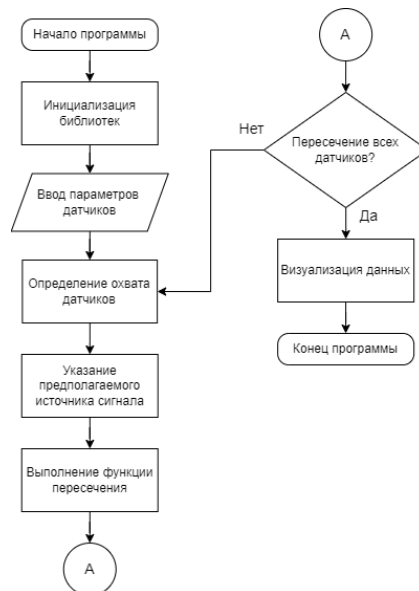


Рис. 2. Алгоритм работы TDOA метода для локализации источника излучения

На основе корреляционного анализа выявляется место акустического излучения, то есть место дефекта. Место пересечения чувствительности датчиков будет дефектом в изоляционном оборудовании (рис. 3).

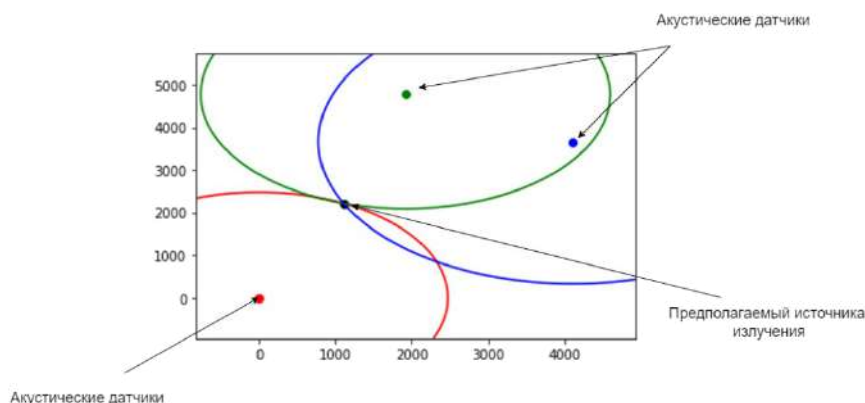


Рис. 3. Локализация источника излучения

Таким образом, на основе метода TDOA и акустического контроля можно локализовать дефект в высоковольтном изоляторе, тем самым предотвратить аварийную ситуацию.

Источники

1. Кучинский Г. С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях. – 1979.
2. Вдовико В. П. Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования. – 2007.
3. Голенищев-Кутузов В. А. и др. Контроль высоковольтных полимерных изоляторов по измерению частичных разрядов //Электричество. – 2008. – №. 12. – С. 11-14.
4. Галов А. С. Алгоритмы локации мобильного устройства в беспроводной сети базовых станций стандарта IEEE 802.15. 4a (Nanoloc): дис. – Петрозаводск. – : АС Галов, 2015.
5. Паршин Ю. Н., Ван Л. Ч. Разработка комплексированного гибридного алгоритма TDOA+ AOA оптимальной оценки координат маневрирующего источника радиоизлучения //Радиотехнические и телекоммуникационные системы. – 2014. – №. 2 (14). – С. 5-13.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЬТОДОБАВОЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ

Гареев А.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

a_gareev97@mail.ru

Науч. рук. доц. Доломанюк Л.В.

В тезисе рассматривается применение ВДТ для регулирования напряжения в распределительных сетях предприятий и приводятся примеры использования этого метода.

Ключевые слова: вольтодобавочный трансформатор, регулирование напряжения, распределительные сети, предприятия, низкое напряжение, высокое напряжение, потери напряжения, ВДТ

Распределительные сети предприятий имеют огромное значение для обеспечения стабильного и качественного электроэнергоснабжения производственного процесса. Однако, в некоторых случаях, напряжение в этих сетях может быть неправильным или нестабильным, что может негативно сказаться на работе оборудования и качестве выпускаемой продукции.

Для регулирования и стабилизации напряжения в распределительных сетях предприятий часто применяют вольтодобавочные трансформаторы. Вольтодобавочный трансформатор – это устройство, которое позволяет повышать или понижать напряжение в сети, чтобы добиться требуемого значения[1].

Вольтодобавочные трансформаторы (ВДТ) являются одним из наиболее эффективных способов регулирования напряжения в распределительных сетях предприятий. Они позволяют изменять напряжение от 10 до 35 кВ без необходимости замены всей сети.

Принцип работы вольтодобавочного трансформатора основан на использовании изменяемого отношения числа витков на первичной и вторичной обмотках. Путем изменения этого отношения, можно регулировать выходное напряжение. Таким образом, вольтодобавочные трансформаторы позволяют точно поддерживать необходимый уровень напряжения в распределительных сетях предприятия.

Применение вольтодобавочных трансформаторов имеет ряд преимуществ. Во-первых, они позволяют улучшить качество электроэнергии, что особенно важно для производственных предприятий с высокоточным и чувствительным

оборудованием. Во-вторых, вольтодобавочные трансформаторы увеличивают эффективность сети, позволяя сделать ее более энергоэффективной и экономичной. В-третьих, они позволяют увеличить долговечность и надежность оборудования, так как стабильное и оптимальное напряжение помогает предотвратить перегрузки и повреждения[2].

Кроме того, вольтодобавочные трансформаторы обладают гибкостью в настройке, что значительно облегчает индивидуальную настройку напряжения для каждой задачи или производственного процесса[3].

Для сетей низкого напряжения, где потери напряжения могут быть значительными, использование ВДТ является наиболее эффективным способом регулирования напряжения. Трансформаторы ВДТ позволяют изменять напряжение от 10 до 35 кВ без необходимости замены всей сети. Это особенно важно при работе с низковольтными устройствами, такими как насосы, компрессоры и другое оборудование.

Пример применения ВДТ для регулирования напряжения в сетях низкого напряжения может быть следующим:

- Для снижения напряжения в сети используется ВДТ с напряжением 6-10 кВ.
- После этого происходит переключение на ВДТ с напряжением 12-15 кВ.
- Затем происходит переключение на ВДТ с напряжением 20-25 кВ.

Для высоковольтных сетей, где потери напряжения могут быть значительными, использование ВДТ также является эффективным методом регулирования напряжения. Трансформаторы ВДТ позволяют изменять напряжение от 10 до 35 кВ без необходимости замены всей сети. Это особенно важно при работе с высоковольтным оборудованием, таким как генераторы, турбины и другое оборудование.

Пример применения ВДТ для регулирования напряжения в высоковольтной сети может быть следующим:

- Для снижения напряжения в сети используется ВДТ с напряжением 10 кВ.
- После этого происходит переключение на ВДТ с напряжением 15 кВ.
- Затем происходит переключение на ВДТ с напряжением 20 кВ.

В некоторых случаях ВДТ могут использоваться не только в распределительных сетях предприятий, но и в промышленности. Например, они могут применяться для управления процессами производства электроэнергии или газа.

Пример применения ВДТ в промышленности может быть следующим:

- Для управления процессом производства электроэнергии используются ВДТ с напряжением 25 кВ.
- После этого происходит переключение на ВДТ с напряжением 35 кВ.
- Далее процесс продолжается с использованием ВДТ с напряжением 40 кВ[4].

Таким образом, применение ВДТ позволяет эффективно регулировать напряжение в распределительных сетях предприятий, что делает их более надежными и безопасными для работы оборудования[5].

В заключение, применение вольтодобавочных трансформаторов является эффективным способом регулирования напряжения в распределительных сетях предприятий. Они позволяют обеспечить стабильное и качественное электроэнергоснабжение, улучшить качество и эффективность работы оборудования, а также повысить его долговечность и надежность. Применение вольтодобавочных трансформаторов является одним из ключевых факторов в обеспечении надежной работы электроэнергетических сетей предприятий.

Источники

Вольтодобавочные трансформаторы: понятие, принцип работы и применение. [Электронный ресурс]. URL: <http://transformer.net.ua/voltdob.htm> (дата обращения: 04.10.23)

Вольтодобавочные трансформаторы: понятие, принцип работы и применение. [Электронный ресурс]. URL: <http://transformer.net.ua/voltdob.htm> (дата обращения: 04.10.23)

Разработка схемы и конструкции вольтодобавочного трансформатора для регулирования напряжения в энергосистеме промышленного предприятия. [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-shemy-i-konstruktsii-voltdobavocnogo-transformatora-dlya-regulirovaniya-napryazheniya-v-energosisleme-promyshlennogo> (дата обращения: 05.10.23)

Технические решения и проблемы при использовании вольтодобавочных трансформаторов для регулирования напряжения. [Электронный ресурс]. URL: <http://industriyaelectro.ru/texnicheskie-resheniya-i-problemy-pri-ispolzovanii-voltdobavocnyh-transformatorov-dlya-regulirovaniya-napryazheniya/> (дата обращения: 07.10.23)

Характеристики вольтодобавочных трансформаторов и их выбор в энергосистеме предприятия. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energoexpert.ru/articles/volt-dobavitelnye-transformatory-osnovnye-harakteristiki-i-sposoby-vybora/> (дата обращения: 08.10.23)

6. Воркунов, О. В. Диагностика технического состояния силовых трансформаторов напряжением 110 КВ / О. В. Воркунов, Р. Р. Загрутдинов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 83-85.

УДК 628.981

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЗРАЧНОГО И ОПАЛОВОГО РАССЕЙВАТЕЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦЕХУ

Гельдыева Р.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

razilyaurum25@gmail.com

В работе проводится сравнительный анализ прозрачного стекла и опалового рассеивателя. На примере механического цеха, в основе анализа лежат практические расчеты с помощью программы Dialux EVO. Итоговые результаты покажут сравнительную эффективность применения светильников с различной оптикой с учетом нормативных актов и требований энергосбережения

Ключевые слова: светильник, рассеиватель, Dialux EVO, прозрачное стекло, опал.

LED-освещение является одним из самых популярных способов подсветки в современном мире, они набирают популярность и выбор на рынке растет. При подборе LED-освещения необходимо учитывать множество факторов. В первую очередь выбор зависит от помещения, в котором устанавливают светильники, важно учитывать высоту, функционал, коэффициенты отражения. Отталкиваясь от первоначальных данных подобрать нужный светильник не составит труда, но с ростом ассортимента светильников, возникают вопросы их преимуществ, что лучше. Например, когда дело доходит до выбора опалового или прозрачного стекла, оба варианта обладают своими преимуществами. В данной статье, проводится анализ первого и второго.

В зависимости от имеющегося помещения и расположения в нем оборудования, выбор опалового или прозрачного стекла может быть решающим при установке светильников. Кроме этого, нужно подобрать подходящий по материалу и классу защиты светильник, поэтому при выборе стоит учитывать множество факторов. Соответствующим образом подобранный материал может значительно улучшить качество освещения в помещении.

Опаловое стекло - это материал, который используется для создания матовой поверхности LED-освещения. Опаловое стекло создает мягкое и равномерное освещение, что делает его подходящим выбором для комнат, где нужно диффузное освещение и косметический эффект, такой как мягкое освещение в спальне. С другой стороны, опаловое стекло может снижать яркость света, что может быть проблемой для тех, кто ищет яркое освещение для более функциональных помещений, таких как кухня или офис. Опаловое стекло работает как рассеиватель, равномерно и мягко рассеивает свет в комнате[4].
Материалы, из которого они могут быть изготовлены различны,

например, это может быть пластик, стекло или некоторые металлы. Не стоит путать рассеиватель со вторичной оптикой, разница заключается в том, что вторичная оптика направляет свет в определенном направлении. Ей можно пользоваться, когда нужно создавать узкие лучи света.

Прозрачное стекло позволяет свету проходить через него без какого-либо смягчения. Это делает его идеальным выбором для помещений, требующих яркого и функционального освещения, таких как кухня или офис. Но прозрачное стекло не дает равномерного освещения, как предыдущее стекло. Это может привести к появлению ослепительных точек на поверхности, особенно если в помещении используется много прозрачных LED-светильников.

Для наглядного примера разницы между опаловым рассеивателем и прозрачным стеклом, рассмотрим машинный цех, расчет проведем с помощью программы Dialux EVO. Общая площадь помещения составляет 1656 квадратных метров, ширина равна 18 метрам, длина 92 метрам и высота помещения 12 метров, ширина пролетов 6 метров. При совмещении различных отделений в одном помещении принимается освещенность 300 Лк [1, с.18]. Мощность светильников подбираем в зависимости от высоты (от 120 Вт), с кривой силы света (КСС) от 60° и цветовой температурой 5000К. В примере рассматриваются два производственных светильника «Т-Линия v2.0 150 1500мм 5000К Прозрачный» [5] и «Т-Линия v2.0 150 1500мм 5000К Опал» [5]. Для наглядности приведены КСС (рис.1).

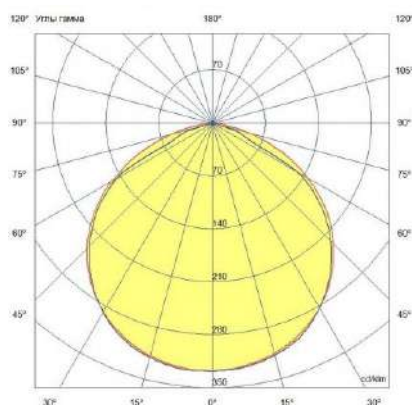


Рис.1 КСС Т-Линия v2.0 150 1500мм 5000К Прозрачный

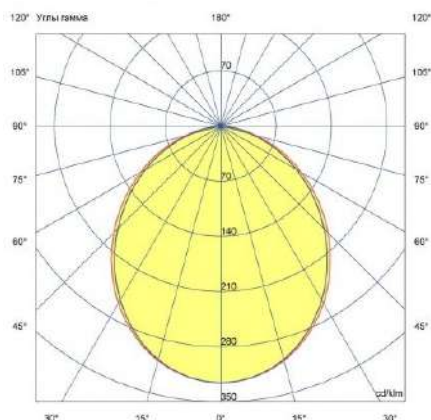


Рис. 2 Т-Линия v2.0 150 1500мм 5000К Опал

По рисункам КСС можем заметить, что разница не велика. Оба светильника имеют косинусную силу света, по градусам это примерно 120° .

Световые потоки различны, для прозрачного стекла 24000 люменов (лм), для опалового это 19650 лм, не смотря на такую значительную разницу, светильник не различаются конструктивно и их мощности равны. Тип крепления защелка, корпус изготовлен из экструдированного сплава алюминия, материал рассеивателя УФ-стабилизированный поликарбонат. В расчете используем одинаковое количество светильников и их расстановку, для того, чтобы результаты были точными. Для первого варианта используем светильник с прозрачным стеклом, расположим между опор по 4 штуки в ряд, общее количество светильников равно 60 штук. Результат получаем с учетом коэффициента эксплуатации равным 0,67 и при коэффициентах отражения 50% - перекрытия, 30% - стены, 20% - пол [2, с.136], объект будем рассматривать без дневного света, окна не учитываются. После расчета была получена средняя освещенность равная 367 люкс (Лк), для более полного представления выведем освещенность в изолиниях (рис.3).

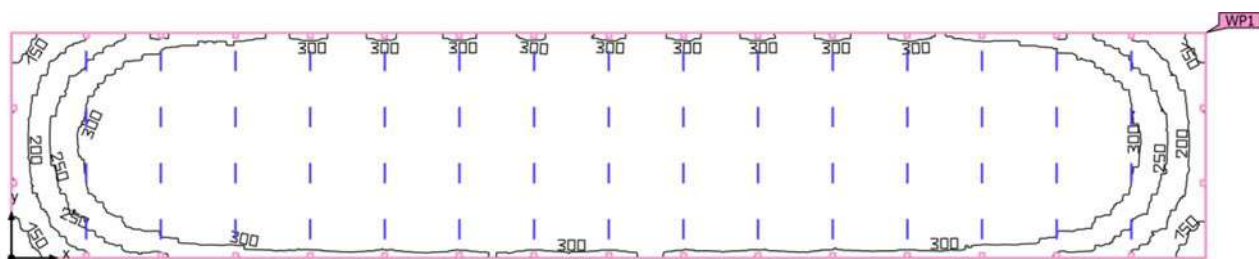


Рис.3 Освещенность в изолиниях для прозрачного стекла

Для получения результата с опаловым рассеивателем проведем такой же расчет не меняя расположение светильников. В результате расчета получено 308 лк, то

есть средняя освещенность в случае с опалом меньше, чем с прозрачным стеклом. Освещенность в изолиниях (рис.2) наглядно показывает насколько меньше света мы получаем при равных условиях. Этого следовало ожидать, так как выше мы уже выяснили разницу между опаловым и прозрачным стеклом.



Рис.4 Освещенность в изолиниях для опалового рассеивателя

В итоге, выбор между опаловым или прозрачным стеклом зависит от конкретных потребностей помещения и личных предпочтений. Допустим мы можем поставить опал, но нужен ли сотрудникам мягкий свет. Опаловый рассеиватель дал более мягкий свет, который лучше использовать в офисных помещениях. Прозрачное стекло отлично подходит для высоких помещений производственных помещений, в которых не важен высокий коэффициент отражения. В данной анализе не указывалась цена светильников, но при выборе можно опираться на нее, возможно она станет решающим фактором при выборе светильников.

Источники

ГОСТ Р 55710 – 2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений», Национальный стандарт РФ: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РФ. – М: ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 18с

Свод правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05- 95*. – М: НИИСФ РААСН и ООО «ЦЕРЕРА-ЭКСПЕРТ», 2017. – 136с.

Правила устройства электроустановок ПУЭ. Издание 7, Министерство энергетики РФ. – Москва, 2017. – 513с.

Гоман В.В. Проектирование и расчёт систем искусственного освещения. Учебное пособие. / В.В. Гоман, Ф.Е. Тарасов. – Екб: УрФУ, 2013. – 76с .

Сайт компании «Промлед» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://promled.com/profi-neo-120-m-5000> (Дат обращения: 01.04.2023).

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Гиззатуллин Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

rg0708@mail.ru

Науч. руководитель доц. Мустафин Р.Г.

Статья рассматривает особенности эксплуатации системы управления распределительными сетями КРУ-Smart в цифровых подстанциях. Описываются преимущества данной системы, включая возможность удаленного мониторинга и управления оборудованием, высокую степень автоматизации, сбор и анализ больших объемов данных, интеграцию с другими цифровыми системами, прогнозирование нагрузки и оптимизацию работы оборудования, а также гибкость и масштабируемость системы.

Ключевые слова: цифровая подстанция, интеллектуальные логические устройства, коммуникационные протоколы.

Цифровая подстанция (ЦПС) представляет собой современную энергетическую систему, где все процессы информационного обмена и управления осуществляются в цифровом формате с использованием стандартов серии МЭК 61850. В ЦПС применяются передовые технологии, такие как цифровые коммуникационные протоколы, сетевые архитектуры и устройства, которые обеспечивают высокую степень автоматизации и эффективность работы подстанции.

Одной из основных особенностей ЦПС является использование стандартов МЭК 61850, которые определяют единый формат обмена информацией между различными элементами подстанции, такими как реле защиты, измерительные приборы, выключатели и другие устройства. Это позволяет создать единую цифровую среду, где данные могут передаваться и обрабатываться эффективно и надежно[1].

На рис. 1 показана архитектура построения цифрового шкафа КРУ-Smart для распределительной сети 6-10 кВ, которая заключается в применении интеллектуального цифрового первичного оборудования, устанавливаемого внутри шкафа КРУ, и в использовании кластерной технологии, так как данная технология построения ЦПС является более эффективной по сравнению с традиционными подходами к построению ЦПС.



Рис. 1 Цифровой вычислительный кластер и основные ЛВС внутри цифрового шкафа КРУ

Цифровой вычислительный кластер (ЦВК) представляет собой часть ЦПС, которая объединяет определенный набор функций в виде программно реализованных интеллектуальных логических устройств. ЦВК работает на единой аппаратной платформе, которая может быть контроллерным оборудованием или промышленными серверными платформами реального времени с необходимой надежностью и степенью резервирования. В ЦВК могут быть объединены как несколько шкафов КРУ подстанции, так и все шкафы КРУ на подстанции, чтобы выполнять различные функции, такие как РЗА, АСУ ТП, РАС, АСКУЭ и т.д. Различные ЦВК могут использовать цифровые коммутационные аппараты и датчики тока и напряжения, установленные внутри шкафов КРУ, в качестве источника данных. Эта архитектура не только унифицирует технические решения, но и сокращает затраты и сроки изготовления цифровых шкафов КРУ-Smart.



Рис.2. Кластерная архитектура построения ЦПС 6-10кВ на базе шкафов КРУ-Smart

Цифровой шкаф КРУ-Smart подразумевает наличие развитой системы мониторинга, управления и диагностики оборудования шкафа КРУ, включающую в себя встроенную сенсорную панель промышленного исполнения, устанавливаемую на дверь отсека выкатного элемента шкафа КРУ. Система мониторинга, управления и диагностики оборудования «Клевер» предназначена для контроля и управления основными электрическими и технологическими параметрами шкафа КРУ в режиме реального времени и обеспечивает непрерывную проверку технического состояния оборудования, установленного внутри шкафа КРУ.

Источники

1. Гранская А.А., Губаев Д.Ф., Мустафин Р.Г., Гранский Г.А. Применение системы векторных измерений на ЦПС // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике. Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции. Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). Казань, 2022. С. 15-18.
2. Гиниятов С.А., Мустафин Р.Г. Применение протокола Sampled Values в системах РЗА цифровой подстанции //Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация». Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах. Казань, 2021. С. 324-327.

ТРАНСФОРМАТОРНАЯ ПОДСТАНЦИЯ 10/0,4 КВ СО ВСТРОЕННОЙ ЭЛЕКТРОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИЕЙ

Губайдуллин Г.Р.¹, Сабитов А.Х.²

¹Филиал АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана, г. Казань, Россия

²ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹mrgumarka7@gmail.com

В данном тезисе рассматривается трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ, необходимая для преобразования и распределения электроэнергии с возможностью заряжать аккумуляторные батареи электромобилей.

Ключевые слова: трансформаторная подстанция, преобразование, распределение, электроэнергия, электрозаправочная станция.

Растущая популярность электромобилей требует развития инфраструктуры электрозаправочных станций, возникает необходимость в разработке новых технологий и подходов к упрощению зарядить аккумуляторные батареи электромобилей, а также их интеграции в существующие электрические сети. Одним из перспективных решений является создание трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ со встроенной электрозарядной станцией.

Мировые продажи электромобилей продолжают расти. В течение 2022 года было поставлено в общей сложности 10,5 млн. новых аккумуляторных электромобилей (BEV) и гибридных автомобилей (PHEV), что на 55% больше, чем в 2021 году. Продажи электромобилей в США и Канаде выросли на 48 %, в Китае выросли на 82% в годовом исчислении до 59% мировых продаж электромобилей[1]. Также в России с января по август 2023 года было продано электромобилей в 4,4 раза по сравнению с тем же периодом прошлого года. В следствии такой динамики роста продаж, переход на электромобили неизбежен и уже требует развития сети электрозаправочных станций.

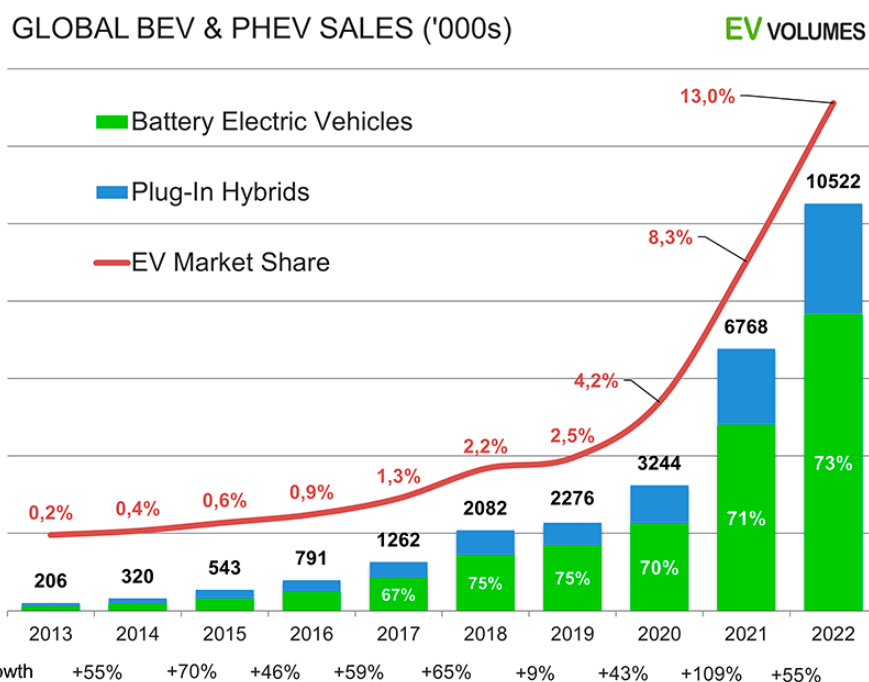


Рис. Динамика продаж электромобилей и гибридов за последние 10 лет.

Однако создание отдельной инфраструктуры зарядных станций имеет ряд недостатков:

большие финансовые затраты. Согласно интервью заместителя министра Минэкономразвития Ильи Торосова, возведение одной станции заправки обходится в сумму около 7 миллионов рублей[2];

необходимость размещения таких станций на определенной отдельной территории;

междугородние и региональные трассы имеют большую протяженность, и значительные участки проходят по безлюдной местности, где нет возможности для установки зарядной станции[3].

Ввиду этого, возникает необходимость разработать электрозаправочную станцию, совмещенную в традиционный объект распределительных сетей, а именно — трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ с функцией зарядить аккумуляторные батареи электромобилей. Данная электроустановка имеет меньшие финансовые затраты, не требует создания отдельной инфраструктуры и обеспечивает возможность зарядить электромобиль в междугородних трассах.

Данная электроустановка состоит из следующих составляющих:

корпус подстанции;

распределительное устройство высшего напряжения (РУВН) - РУ 10 кВ;

распределительное устройство низкого напряжения (РУНН) - РУ 0,4 кВ;

силовой трансформатор;

электрозаправочная станция.

Также в электрозаправочной станции установлен блок управления[4] для регулирования выдаваемой мощности зарядки, в зависимости от нагрузки трансформаторной подстанции. Так блок анализирует полученные данные от трансформаторов тока о загрузке силового трансформатора, и если потребление мощности приближается к заранее заданному максимальному значению, то отправляет сигнал на понижение выдаваемой мощности. Если нагрузка на подстанцию уменьшается, то возвращается к максимальному значению мощности для заряда аккумуляторных батарей.

Таким образом, данная электроустановка позволяет не только преобразовывать и распределять электроэнергию, но и заряжать аккумуляторные батареи электромобилей, полный переход на которые остается лишь вопросом времени.

Источники

1. Global EV Sales for 2022 [Электронный ресурс]. <https://www.ev-volumes.com/news/global-ev-sales-for-2022/> (дата обращения: 27.09.23).
2. Новая энергетика [Электронный ресурс]. <https://info.sibnet.ru/article/589973/> (дата обращения: 27.09.23).
3. Евдокимов Д.Ю., Пономарев Ю.Ю. Развитие электрозаправочной инфраструктуры в регионах России: Сценарный анализ // Экономическое развитие России. 2022. Т. 29, № 11. С. 59–76.5
4. Электрoзарядная станция: пат. 188167 Рос. Федерация № 2018122149; заявл. 14.06.18; опубл. 02.04.19, Бюл. № 10.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО ПИТАНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ СОБСТВЕННЫХ НУЖД 0,4 КВ ОТ ИСТОЧНИКА БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Зубрилов М.К.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

dj.zubr@mail.ru.

Науч. рук. доц. Булатова В.М.

В данной работе рассмотрен концепт разрабатываемой системы резервного питания от источника бесперебойного питания (источника постоянного рода тока) для электроприемников напряжением 0,4 кВ системы собственных нужд на электростанции. Основной задачей такой системы электроснабжения является бесперебойное обеспечение электроэнергией таких потребителей с учетом возможных аварийных ситуаций.

Ключевые слова: система собственных нужд электрических станций, система резервного питания, источник бесперебойного питания, инвертор, аккумулятор.

Система собственных нужд (далее – СН) – это система электроснабжения, предназначенная для обеспечения электрической энергией электроприемников, размещенных на электрической станции. Это системы управления станцией, релейной защиты и автоматики; электродвигатели различной мощности, входящие в основные и вспомогательные системы электростанции, и другое электрооборудование, необходимое для поддержания эффективной работы. Для этого ответственным электроприемникам системы СН необходим резервный независимый источник электроэнергии: надежный, экономичный с автоматическим управлением[1].

Основной элемент разрабатываемой системы резервного питания – независимый источник электрической энергии или же источник бесперебойного питания (ИБП) – автоматизированное устройство, позволяющее приемникам работать от аккумуляторных батарей – и/или дизель-генераторной установки (ДГУ). Выбор источников зависит от суммарной мощности потребителей и временных ограничений, в рамках которых система резервного питания должна обеспечивать бесперебойное питание. Для разрабатываемой системы резервирования выбран ИБП с аккумуляторными батареями.

При использовании ИБП с АКБ потребуются специальные инверторные установки, способные отдавать ответственным электроприемникам нужную

потребляемую мощность. Такие инверторы можно реализовать, основываясь на полумостовых схемах с использованием полупроводниковых приборов (силовых полевых транзисторов, силовых биполярных транзисторов с изолированным затвором – БТИЗ – или тиристоров)[2]. Для получения необходимой мощности, которую сможет передать инверторная установка, в таких схемах можно собирать ключи, представляющие собой сборку из транзисторов или тиристоров, у которых одинаковые по назначению выводы соединены параллельно (несколько параллельно соединенных транзисторов/тиристоров способны выдержать больший пропускаемый ток, чем один транзистор/тиристор).

Для управления системой резервирования ответственных электроприемников системы СН необходимо устройство контроля состояния системы СН электрической станции, легкое в управлении и не требующее постоянного присутствия оператора. Им может выступить обычный маломощный компьютер (ЭВМ), на жесткий диск которого установлено специальное программное обеспечение. По задумке такая ЭВМ должна передавать управляющие сигналы различным исполнительным механизмам и принимать сигналы от измерительных приборов, подключенных к трансформаторам тока/напряжения или блокам сопряжения с реле, о состояниях объектов автоматизации. Реализовать прием-передачу данных можно по двух- или трехпроводной асинхронной шине приема-передачи (например, трехпроводный физический интерфейс RS-485)[3].

Основными требованиями к управляющему устройству являются: способность своевременного ввода резерва при перебоях основного источника питания; отключение вспомогательных систем и, в целом, электроприемников III (третьей) категории электроснабжения от сборных шин; переключение с резервного питания на основное при восстановлении работы последнего, подзарядка аккумуляторов ИБП при вводе основного источника питания.

Разработка системы резервного питания ответственных электроприемников собственных нужд 0,4 кВ от источника бесперебойного питания на электростанции имеет большое значение для обеспечения надежности и безопасности электроснабжения. Эффективное и надежное функционирование системы резервного питания позволит избежать аварий и сократить финансовые потери[4]. Также стоит отметить, что разработка системы резервного питания ответственных электроприемников системы собственных нужд на электростанции требует учета всех особенностей электростанции. Корректно разработанная и реализованная система обеспечивает высокую надежность и стабильность энергоснабжения, обеспечивая непрерывность работы электроприемников и безопасность на электростанции.

Источники

1. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций [Электронный ресурс] <https://helpiks.org/1-108134.html> (дата обращения: 05.10.2023).
2. Силовая электроника – типы инверторов [Электронный ресурс] <https://isolution.pro/ru/t/power-electronics/power-electronics-types-of-inverters/silovaa-elektronika-tipy-invertorov> (дата обращения: 04.10.2023).
3. RS-485 – стандарт промышленных сетей [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/companies/milandr/articles/540084/> (дата обращения: 07.10.2023)
4. Системы питания собственных нужд ТЭС [Электронный ресурс] <http://libnorm.ru/Files2/1/4293807/4293807033.pdf> (дата обращения: 04.10.2023).
5. Галиев, Р. И. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей / Р. И. Галиев, И. Ф. Галиев // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27. – EDN TJFVJA.

ТЕНДЕНЦИИ В ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ СТАТОРА СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

Ибатуллин Э.Э., Петров Т.И.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
ibatullinedick@yandex.ru.

Использование энергоэффективного электропривода затрагивает различные сферы производства. Актуальность новых более надежных и экономичных конструкций электродвигателей с каждым годом растет. Замена старого оборудования на современное – это вопрос времени и темпа модернизации. В данной работе рассмотрены основные тенденции в оптимизации конструкции синхронных двигателей с постоянными магнитами.

Ключевые слова: синхронный двигатель с постоянными магнитами, статор, ротор, энергоэффективный привод.

Актуальность разработок в сфере повышения энергоэффективности привода очевидный тренд в энергетике[1-3]. Модернизация оборудования, которое является неотъемлемой частью современного технологического процесса, также вносит свою лепту в популяризацию энергоэффективных решений. Использование такого оборудования способствует не только снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и увеличению производительности всего технологического цикла.

Возможность управления уровнем реактивной мощности синхронных двигателей с помощью изменения уровня их возбуждения, а также наличие у них абсолютно жесткой механической характеристики, ограниченной критическим моментом сопротивления, привели к широкому использованию синхронного электропривода в различных промышленных отраслях. Это оборудование имеет несколько ключевых преимуществ по сравнению с традиционными электродвигателями. Наиболее значительным из них является возможность достижения оптимального рабочего режима при использовании реактивной энергии путем автоматической регулировки тока. Кроме того, к преимуществам можно отнести: повышенную надежность благодаря использованию постоянных магнитов; существенное уменьшение размеров и веса устройства при сохранении мощности и увеличении эффективности; сохранение высокой перегрузочной способности, а также постоянную синхронную скорость вращения независимо от нагрузки.

К недостаткам такого оборудования можно отнести: более сложную конструкцию и, как следствие, более высокую стоимость; невозможность регулирования уровня возбуждения; невозможность отключения двигателя во время пуска, что может привести к возникновению тормозного момента и провала в пусковой характеристике; опасность остановки электродвигателя на низких скоростях вращения.

В последние годы синхронные двигатели с постоянными магнитами (СМПД) стали играть значительную роль в обеспечении работы различных промышленных комплексов. Многие авторы[4-6] акцентируют внимание на усовершенствовании конструкции этих двигателей с целью повышения их энергоэффективности. Большинство предложений связаны с изменением конструкции ротора, например, использованием новых магнитных материалов, изменением геометрии расположения магнитов и так далее. Конструктивные изменения статора СДПМ затрагиваются очень редко. Хотя конструкция статора позволяет модернизировать его составляющие. Рассмотрим основные:

1) Изменение количества пазов в теле статора влияет как на конечную стоимость двигателей, так и на его производительность (уменьшенное реактивное сопротивление утечки, улучшенное охлаждение, уменьшенная пульсация зубьев). Так же имеют значение размеры пазов статора.

2) Конструкция обмотки статора (однослойная, двухслойная, однооборотная, многооборотная). Сюда же можно отнести среднюю длину витка. Вариация влияет на количество используемой меди в обмотке, что влияет на стоимость продукта. Использование двухслойной обмотки сокращает количество используемой меди, но так же влечет за собой сложность в ремонте катушек, сложность в установке последней катушки, требует больше изоляции. Однооборотные катушки монтируются в ручную, в отличие от машинного производства многооборотных катушек, тем самым вторые выходят дешевле в изготовлении.

3) Поперечное сечение проводника. Данная величина может быть оценена исходя из тока статора на фазу и подходящего принятого значения плотности тока для обмоток статора. Так же как и все вышеперечисленное влияет на габаритные размеры и стоимость двигателей.

В наши дни для улучшения конструкции роторов синхронных двигателей с постоянными магнитами, можно использовать генетический алгоритм, который обладает важными преимуществами перед прочими подходами к поиску. Можно также применить генетический алгоритм для оптимизации конструкции статоров данных двигателей.

Таким образом, мы можем создать обновленную модель статоров синхронного двигателя с постоянными магнитами, что позволит уменьшить габариты двигателя, сократить использование материала в статорных обмотках,

уменьшить стоимость синхронного устройства и сохранить при этом прочность и электрические свойства двигателей.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-00134, <https://rscf.ru/project/22-79-00134/>

Источники

1. Петров Т.И. Модификация генетического алгоритма для комплексной топологической оптимизации ротора синхронных двигателей.// Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. С.70-78.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680001 Российская Федерация. Топологическая оптимизация ротора синхронного двигателя с постоянными магнитами по вращающему моменту : № 2021669657 : заявл. 03.12.2021 : опубл. 06.12.2021 / И. В. Ившин, А. Р. Сафин, А. Н. Цветков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет». – EDN HOAXSS.
3. Forecasting technical state and efficiency of electrical switching devices at electric complexes in oil and gas industry / Т. V. Tabachnikova, Е. I. Gracheva, О. V. Naumov, А. N. Gorlov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Almetyevsk, Republic of Tatarstan, 12–14 февраля 2020 года. – Almetyevsk, Republic of Tatarstan, 2020. – P. 012014. – DOI 10.1088/1757-899X/860/1/012014. – EDN JOMMLS.
4. Окунев В.А., Крикунов М.И. Перспективы использования электродвигателей на постоянных магнитах в системе собственных нужд гидроэлектростанций. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. С. 564-571
5. Татевосян А.А., Бубнов А.В. Формирование общего подхода к оптимальному проектированию высокотехнологических энергоэффективных электротехнических комплексов на основе тихоходных синхронных электрических машин. // Омский научный вестник. 2019. С.46-51.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023666197 Российская Федерация. Топологическая оптимизация синхронного двигателя с ферритовыми магнитами : № 2023664157 : заявл. 06.07.2023 : опубл. 26.07.2023 / Т. И. Петров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет». – EDN QSVLRY.

ОРГАНИЗАЦИЯ КАНАЛОВ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ

Ившина П.П., Цветков А.Н.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
muhanova-polina@mail.ru, tsvetkov9@mail.ru

В статье рассмотрены измерительные каналы испытательного стенда для проверки и контроля технических характеристик мобильной установки заряда электротранспорта. Проведен метрологический анализ канала измерения постоянного напряжения.

Ключевые слова: испытательный стенд, канал измерения, датчик напряжения, основная приведенная погрешность, метрологический анализ.

При проведении испытаний в реальных условиях оценивается соответствие объекта испытаний заявленным характеристикам, появляется возможность своевременного выявления ошибок при проектировании, которые должны быть устранены на последующих этапах разработки – макетные, опытные, предсерийные образцы. Данные испытания, как правило, проводятся на испытательных стендах.

Стендовые испытания включают в себя несколько этапов. Первый этап заключается в подготовке оборудования к испытанию, второй – непосредственно в самом испытании устройств или объектов для сбора необходимых сведений, и третий, соответственно, - в обработке и оформлении полученных испытательных данных.

В рамках НИОКР, выполняемой кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «КГЭУ», разработан испытательный стенд [1], предназначенный для проверки и контроля технических характеристик (параметров) мобильной установки заряда электротранспорта (МУЗЭ) заявленным в Технических требованиях к реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме «Организация высокотехнологичного производства мобильных установок заряда электротранспорта высокой мощностью с интегрированной системой накопления электроэнергии».

Данный испытательный стенд предназначен для проверки соответствия электрических параметров МУЗЭ; для проверки МУЗЭ с целью выявления возможности расширения и способности динамического распределения потоков мощности между зарядными постами и секциями аккумуляторных батарей; для проверки максимальной температуры перегрева электрической

изоляции кабельных зарядных систем; для проверки способности к обмену информацией по физическим интерфейсам и протоколам обмена.

В состав стенда входят: симулятор электромобиля, обеспечивающий связь с зарядной станцией; блок управления экспериментальным стендом для испытаний; блок нагрузочных модулей, включающий активную нагрузку постоянного тока не менее 200 кВт и активную трехфазную нагрузку переменного тока не менее 80 кВт; устройство коммутации нагрузок; блок измерительных средств; блок сопряжения с персональной электронно-вычислительной машиной (ПЭВМ); блок сопряжения с МУЗЭ.

К метрологическому обеспечению стенда предъявляются следующие требования:

1. Метрологическое обеспечение изделий должно отвечать требованиям Федерального закона от 26.06.2008 №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

2. Для контроля параметров в экспериментальном испытательном стенде должны использоваться стандартизованные средства измерения (СИ), прошедшие поверку.

3. Величины параметров и характеристик стенда должны выражаться в единицах величин, допускаемых к применению в РФ (Постановление правительства РФ от 31.10.2009 г. № 879) и ГОСТ 8.417-2002[2], формы представления характеристик погрешности измерений – в соответствии с МИ 1317-2004[3].

Для реализации работоспособности, разработанный стенд должен быть обеспечен приборной частью, соответствующей требованиям технического задания. В рассматриваемом стенде присутствует несколько измерительных каналов (ИК), образующих измерительную систему стенда. Это каналы измерения напряжения, токов, температуры.

Измерительная система испытательного стенда состоит из подсистем первичного преобразования, построенной на основе датчиков тока, напряжения и температуры, промежуточного преобразования, построенной на основе аналогово-цифровых преобразователей, подсистемы обработки информации и управления, построенной на основе персонального компьютера[4].

С целью проверки соответствия измерительных каналов стенда требованиям к метрологическому обеспечению, проведем анализ применяемых каналов на примере канала измерения постоянного напряжения. Проведем оценку допускаемых среднеквадратических отклонений (СКО) погрешности измерительного канала с учетом устройств, входящих в состав ИК для нормального закона распределения случайных составляющих погрешности в % от нормирующего значения по формуле:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N Y_i^2}}{\sqrt{3}},$$

где σ - СКО погрешностей компонентов ИК, Y_i - пределы основной приведенной погрешности соответствующего прибора, N - количество приборов.

Для расчета нам понадобятся следующие паспортные данные:

Канал, предназначенный для измерения напряжения, построен на приборе ПИН-1000-У-4-20, который согласно паспортным данным имеет предел допускаемой основной приведенной погрешности преобразования напряжения - $\pm 1,5\%$;

канал измерения прибора МВ210-101, который согласно паспортным данным имеет предел основной приведенной погрешности при измерении ТС и унифицированных сигналов постоянного напряжения и тока - $\pm 0,25\%$.

Погрешность всего канала составила:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1,5^2}{3} + \frac{0,25^2}{3}} = 0,877971\%.$$

Проведенный метрологический анализ показал, что применяемый в составе стенда приборный комплекс обладает высокой точностью измерений и способен обеспечить все характеристики, требуемые техническим заданием и способен измерить напряжение постоянного тока в диапазоне 0...1000 В с отклонением не более 8,77 В.

Источники

1. Разработка макета мобильной установки заряда электротранспорта и стенда для проведения испытаний / А. Р. Сафин, А. Н. Цветков, Т. И. Петров [и др.] // Естественные и технические науки. – 2023. – № 7(182). – С. 138-145.
2. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
3. МИ 1317-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
4. Анализ технического уровня разработок в области мобильных зарядных установок для электротранспорта / А. Р. Сафин, В. Р. Басенко, М. Ф. Низамиев [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2023. – Т. 25, № 3. – С. 55-64.
5. Сафин А.Р., Ившин И.В., Цветков А.Н., Петров Т.И., Басенко В.Р., Манахов В.А. Развитие технологии мобильных зарядных станций для электромобилей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 5. С. 100-114.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. ВЫБОР ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Ильсова И.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

ilsiya.ilyasova@gmail.com

Науч. рук. ст. преп. Мифтахова Н.К

Тезис: Научно-технический прогресс и современные технологии играют важную роль в развитии промышленных предприятий. Важным аспектом обеспечения безопасной и продуктивной работы является эффективное обеспечение электричеством и правильный выбор осветительных приборов. Здесь рассмотрены актуальные требования и факторы, которые оказывают влияние на выбор осветительных приборов на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: осветительные приборы, эффективность, надежность, системы освещения, качество, промышленные предприятия, электроснабжение.

Промышленные предприятия играют ключевую роль в мировой экономике, и эффективное обеспечение их электроснабжения и освещения становятся неотъемлемой частью обеспечения безопасности, производительности и энергосбережения. Выбор подходящих осветительных приборов приобретает важное значение в стремлении к оптимизации энергопотребления.

Определение электрической мощности является первоочередной задачей для обеспечения электроснабжения предприятия. Это зависит от уровня энергопотребления и максимальной нагрузки[1].

Когда речь идет о надежности и обеспечении работоспособности, промышленные организации вынуждены рассматривать использование надежных систем резервного электропитания и дополнительных источников энергии. Это позволяет сократить возможное время простоя при возникновении сбоев в электроснабжении.

Важно отметить, что эффективное электроснабжение также связано с внимательностью к вопросам энергосбережения. Применение передовых технологий, например, светодиодного освещения с использованием датчиков движения и автоматического регулирования яркости, способствует значительному снижению потребления электроэнергии[2].

Процесс выбора осветительных приборов требует внимательного анализа и учета специфических потребностей предприятия. Важно подходить к этому

процессу с учетом факторов эффективности, экономичности и соблюдения современных стандартов энергосбережения.

Существует несколько основных типов осветительных приборов, каждый из которых имеет свои особенности и применение. Каждый тип осветительных приборов имеет свои преимущества и ограничения, и выбор зависит от конкретных требований освещения и бюджета[3]. Например,

- Лампы накаливания (галогенные и обычные лампы накаливания): эти лампы работают на принципе накаливания нити из вольфрама, что создает свет и обычно используются для общего освещения в домах и небольших помещениях. Они отличаются низкой стоимостью, но имеют более высокое энергопотребление и более короткий срок службы по сравнению с современными технологиями.

- Люминесцентные лампы: эти лампы создают свет с помощью флуоресцентных покрытий и ультрафиолетового излучения, служат для общего освещения в офисах, магазинах и других коммерческих помещениях и являются более энергоэффективными и долговечными, чем лампы накаливания.

- Светодиодные светильники (LED-светильники): создают свет при прохождении электрического тока через полупроводниковый материал и используются повсеместно в освещении, начиная от домашнего освещения и заканчивая уличным освещением и промышленными системами. Отличаются высокой эффективностью, долгим сроком службы и возможностью регулировки яркости.

- Газоразрядные лампы: примерами газоразрядных ламп являются высоконапорные натриевые лампы и металлогалогенные лампы, которые применяются для уличного освещения, в промышленности и в некоторых специализированных приложениях, т.к. обеспечивают высокую яркость и эффективность, но они имеют более сложную конструкцию и требуют балластов для работы.

- Энергосберегающие лампы (компактные люминесцентные лампы, CFL): такие лампы представляют собой более компактные версии люминесцентных ламп и обеспечивают схожую эффективность, что позволяет широко использовать в домашнем освещении и коммерческих помещениях для экономии энергии.

Интенсивность света и равномерность освещения - это два важных аспекта, которые определяют качество освещения в помещении или на определенной поверхности. Интенсивность света измеряется в люксах (лк) и представляет собой количество света, падающего на единицу площади поверхности. Она определяет, насколько ярким будет свет в конкретной области. Чем выше интенсивность света, тем более ярко освещена область, что необходимо в задачах, требующих хорошей видимости, таких как чтение, работа с деталями и точные измерения[4].

Равномерность освещения означает равномерное распределение света по всей области, без ярких и темных пятен. Неравномерное освещение может создавать тени, блики и неудовлетворительные условия для работы или пребывания.

Также немаловажными параметрами при выборе осветительных приборов являются цветовая температура и цветопередача, которые определяют характеристики света и могут оказать значительное влияние на визуальное восприятие и выполнение различных задач.

Выбор цветовой температуры и цветопередачи светильников должен зависеть от конкретных потребностей и задачи, выполняемой в конкретной области. Например, в домашней обстановке часто предпочитается теплый свет с низкой цветовой температурой (2700-3000К), чтобы создать уютную атмосферу, в то время как в офисах могут использоваться светильники с более высокой цветовой температурой (4000-5000К) для бодрствования и концентрации.

Решение о выборе цветовой температуры и цветопередачи светильников должно приниматься с учетом функциональных требований и эстетических предпочтений конкретного пространства или задачи.

Управление и автоматизация в области освещения играют важную роль в обеспечении эффективности, комфорта, безопасности и энергосбережения. Управлять освещением можно не только с помощью выключателей, диммеров и переключателей, но и используя беспроводное управление группами осветительных приборов из одного центрального пульта. Также используются датчики движения, освещенности, температуры могут автоматически включать, выключать или регулировать свет в зависимости от окружающих условий и присутствия людей, и программируемые системы, которые позволяют настроить график работы освещения в определенные временные интервалы[5].

Управление и автоматизация освещения помогают оптимизировать его работу, улучшить энергоэффективность и создать более комфортные условия для проживания или работы. Эти технологии стремятся к более умному и эффективному использованию энергии, что важно для устойчивости и экологически ответственного общества.

Обеспечение надежного и эффективного электроснабжения, а также выбор правильных осветительных приборов на промышленных предприятиях - это критически важные аспекты для обеспечения безопасности и эффективности работы. Весь этот процесс включает в себя анализ потребностей в электроэнергии, выбор соответствующих технологий и систем управления освещением, а также стремление к экономии энергии. В условиях быстро меняющихся технологий и стандартов, постоянное обновление электрооборудования и систем освещения становится неотъемлемой частью успешной деятельности промышленных предприятий.

Источники

1. Электроснабжение промышленных предприятий / Л.П. Сумарокова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 288 с.
2. Выбор электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий / В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова. – Минск: Изд-во БНТУ, 2017. – 172 с.
3. Электрическое освещение / В.Б. Козловская, В.Н. Радкевич, В.Н. Сацукевич. – Минск: Изд-во Техноперспектива, 2011. – 543 с.
4. Выбор осветительных приборов // StudFiles URL: <https://studfile.net/preview/8822256/page:2/> (дата обращения: 28.09.2023).
5. Выбор системы освещения // Studbooks.net URL: https://studbooks.net/2183252/matematika_himiya_fizika/vybor_sistemy_osvescheniya (дата обращения: 28.09.2023).

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБОРАМИ УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Исхаков М.М.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

ishakovmaslel@gmail.com

Науч. рук. канд.тех. наук, доц. Гаврилов В.А.

В статье описаны принципы работы и технические характеристики систем автоматического управления. Приведены примеры оборудования систем автоматического управления, способы эксплуатации и примерные затраты на строительство и обслуживание.

Ключевые слова: энергия, электростанции, АСУ, устройство.

Оборудование электростанций – дополнительное электрооборудование, приспособленное для изготовления, телепередачи, перераспределения и видоизменения характеристик электромагнитной биоэнергии. АСУТП – системы, в том количестве ПТК (комплекс -класс программно-технических ассигнований), приспособленные для решения разных сверхзадач по вывозу, переработке, экспресс-анализу, медитации, складированию и телепередаче технологической видеоинформации и полуавтоматического ведения электрооборудованием станции.

В состав АСУ также входят соответственные действия персонала по надзору и оперативному ведению технологическими процессами электростанции, которые реализуются во взаимопроникновении с ПТК. Выстраивание АСУТП электростанции следует начинать последовательно. Начинать следует со сложных и некритических систем ведения, полуавтоматического саморегулирования и релейной самозащиты. Интегрированная система ведения электростанцией представляет собой завершённую ИСУ станции. ИСУ станций трудятся на трех подуровнях: высоком, среднем и низком.

Верхний подуровень. Там происходит вывоз видеоинформации о состоянии управляемого объекта и становление управляющих влияний. К этому подуровню относятся сенсоры, вторичные материализаторы и вентили с разными распорядительными маховиками.

Конечный подуровень собирает все данные с верхнего уровня, обрабатывает видеоинформацию в соответствии с обходными параметрами и шлёт радиосигналы на госорган ведения.

Нижний подуровень гарантирует медитацию процесса и переработку сведений,

там нельзя управляться процессом, изменяться показатели и регулировки. Анализ реализуется с помощью компьютера, на котором выведено программное обслуживание.

В большинстве случаев применяется программное обслуживание SCADA, которое оцифрует все показатели и может отражать их в виде диаграмм и расписаний[1].



Рис. Уровни АСУ подстанции

В составе АСУ ТП электростанции предусмотрены следующие подсистемы: Оперативное ведение - сбор и переработка информации (часто нелинейной и цифровой); становление, возрождение и коррекция базы сведений; перерегистрация экстренных ситуаций и промежуточных процессов; понятие энергоресурсов генераторов и распределительных устройств.

Автоматическое ведение - ведение перенапряжением и реактивной мощностью, конфигурирование трудовых генераторов, ведение перегрузкой в экстренном режиме.

Релейная защита - релейная защита всех компонентов станции, диагностика и тестирование релейной защиты и электроники, адаптация ёмкостной защиты, мониторинг работы релейной защиты по сигналам, резервирование неполадок включателей[2].

Хорошая работа и свойство АСУ ТП электростанции зависит от больших аспектов. Кстати, от применяемых процессоров, приспособлений ввода-вывода: частенько решающим в работе АСУ является неправильный выбор модулей снабжения, пускателей, пакетных включателей, кабелей, проводных систем и разных датчиков[3].

Пренебрежение прочностью, применение нелицензионного

электрооборудования и программного обслуживания может привести к различного рода проблемам. В итоге придется истратить больше денег на конструкцию настоящей АСУ, а не копии; экономить на электрооборудовании и элементах, входящих в состав АСУ, нежелательно. Впрочем, существуют методы уменьшения себестоимости АСУ ТП электростанций. Например, монтаж проводной системы нельзя поручить собственным монтажникам[4]. Таким образом, нельзя сделать вывод, что к тщательному выбору фирм и электрооборудования для АСУ ТП электростанций, а также к выбору персонала, который в дальнейшем будет всем этим заниматься, нужно подходить чрезвычайно строго.

Источники

- Иващенко, Н. Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем / Н. Н. Иващенко. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 2015. – 630 с.
- Кувшинский, В. В. Автоматизация технологических процессов в машиностроении / В. В. Кувшинский. – М.: Машиностроение, 2013. – 272 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Кадырмятов Ю. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

yulian.02@bk.ru

Науч. рук. к.ф.-м.н., доцент Денисова Н. В.

Достичь необходимых показателей освещённости и уменьшить потребление электроэнергии можно не только использовав источники освещения с высокой светоотдачей, но и применяя новые материалы дорожного покрытия, обладающие более высоким коэффициентом отражения. В данной статье рассматриваются, анализируются и сравниваются различные технические решения, применяемые для освещения автодорожных тоннелей.

Ключевые слова: светодиоды, ДНаТ лампы, оптимизация освещения, Dialux Evo.

Система освещения автодорожных тоннелей должна обеспечивать наиболее удобный и безопасный способ передвижения в нём автомобиля, стремясь к созданию одинаковых условий при въезде и выезде из него. Наибольшее потребление электроэнергии тоннелями приходится на дневное время, когда за его пределами наблюдается большая яркость.

В соответствии с нормами необходимо обеспечить особо освещённую зону в тоннеле, которая будет подготавливать глаза водителей к смене уровня освещённости, так как освещённость в самом тоннеле допускается на уровне 3 - 6 Кд/м², а освещённость на въезде и на выезде поднимается выше 100 Кд/м². Длина такой зоны прямо пропорциональна значению освещённости входной зоны, так как глаза водителя должны адаптироваться к новым условиям, а период адаптации занимает значительное время. В связи с этим данная особая зона требует высокого уровня освещённости[1].

Можно выделить два основных пути уменьшения трат на электроэнергию. Первым, и наиболее очевидным, является замена ламп высокого давления на светодиодные источники света, которые потребляют меньше электроэнергии и имеют более долгий эксплуатационный период. Вторым решением является смена дорожного покрытия на асфальт с более высоким коэффициентом отражения видимого спектра[2].

Рассмотрим четыре варианта освещения тоннелей. Планирование и расчёт освещения выполнялся в программе Dialux Evo.

1 вариант. Использование только натриевых ламп высокого давления (ДНаТ) и обычного асфальта. Данное сочетание используется чаще всего. Дорожное

покрытие представляет собой асфальт, образованный битумной смесью с коэффициентом отражения светового излучения 7%. Данный вариант освещения является самым дорогостоящим из-за высоких периодических затрат, хотя по дороговизне установки он находится на 3 месте. Срок окупаемости прием равным сроком службы системы освещения тоннеля, около 10 лет.

2 вариант. Отличием от первого варианта является замена светодиодными лампами лампы ДНаТ. Полная замена ламп будет произведена в середине тоннеля, то есть в местах с низкими требованиями освещённости. В особо освещённых зонах предусматривается комбинирование источников света, так как в дневное время необходим сильный световой поток, который будут обеспечивать ДНаТ лампы. В ночное время ДНаТ лампы будут отключены, использоваться будут только светодиодные источники света. По сравнению с первым вариантом, затраты на установку увеличиваются на 26%, но уменьшаются периодические затраты на электроэнергию и обслуживание системы освещения. Срок окупаемости данной системы в сравнении с первым вариантом составляет порядка 7 лет, что обуславливается дороговизной светодиодных источников света.

3 вариант. Отличается от первого варианта применением специального асфальта с высоким коэффициентом отражения. Особенностью данного асфальта является применение углеводородной смолы с низким содержанием асфальтенов, что придаёт ему характерный желтый светлый цвет. Средний коэффициент отражения в диапазоне видимого излучения составляет 15%. Несмотря на то, что специальный асфальт дороже обычного, установка всей системы освещения стоит на 14% меньше, чем первый вариант, что делает его самым дешёвым вариантом по стоимости установки. Это вызвано уменьшением количества используемых ламп ДНаТ. Также данный факт уменьшает общие затраты на 60% на протяжении 10 лет в сравнении с первым вариантом[3].

4 вариант. Сочетает в себе использование светодиодных источников света с специальным асфальтом. Данное решение требует вложения больших денежных средств на установку по сравнению с 1 вариантом на 20% из-за дороговизны светодиодных ламп. Также по сравнению с 1 вариантом экономия электроэнергии составляет 44% и 80% экономии на обслуживании. В сравнении с 3 вариантом экономия электроэнергии составляет 2% и экономию на обслуживании в размере 36%.

По стоимости установки самым дорогим вариантом является 2, так как в нём используется большое количество светодиодных ламп. На втором месте стоит 4 вариант, так как в нём также используются светодиодные лампы, но в меньшем количестве по сравнению со вторым вариантом, что достигается благодаря использованию специального асфальта. На третьем месте стоит 1 вариант. И

самым дешёвым по установке является 3 вариант, благодаря уменьшенному использованию ДНаТ ламп, из-за специального асфальта.

По общей стоимости затрат на протяжении 10 лет использования самым экономичным является 4 вариант, в котором сочетается использование светодиодных светильников со специальным асфальтом. На втором месте стоит 3 вариант, в котором применяется специальный асфальт и только лампы ДНаТ. На третьем месте стоит 2 вариант, основанный на использовании светодиодных ламп с обыкновенным асфальтом. Самым дорогостоящим вариантом является первый, в котором сочетается обыкновенный асфальт и ДНаТ лампами.

Таблица 1.

Краткое изложение экономического анализа.

Категории сравнения	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Общая стоимость	366869300, руб.	362361650, руб.	217409920, руб.	217409920, руб.
Ежегодная экономия электроэнергии	-	68518, кВт*ч	1090918, кВт*ч	1146369, кВт*ч
Ежегодные траты на техническое обслуживание	1947940, руб.	1381450, руб.	901110, руб.	331520, руб.
Среднегодовые затраты	36686930, руб.	36236165, руб.	21980762, руб.	21740992, руб.
Общая стоимость	366869300, руб.	362361650, руб.	219807620, руб.	217409920, руб.
Общая экономия	-	4507650, руб.	145750360, руб.	149459380, руб.

Можно сделать вывод, что применение специального асфальта является крайне положительным вариантом, так как не требует больших затрат на установку, по сравнению с другими вариантами и даёт значительную экономию денежных средств при длительном использовании.

Источники

1. ГОСТ Р 56334-2015 “Тоннели автодорожные. Освещение искусственное. Нормы и методы расчета”
2. Pisello, A.L.; Castaldo, V.L.; Taylor, J.E.; Cotana, F. Expanding Inter-Building Effect modeling to examine primary energy for lighting. *Energy Build.* 2014, 76, 513–523.
3. Фугенфиров, А. А. Проектирование транспортных тоннелей /А.А. Фугенфиров. -Омск: СибАДИ, 1998. -218 с

ВВОД РЕЗЕРВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ УСТРОЙСТВ

Кашафутдинова Т. Ф.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
tansylu.kashafutdinova2000@mail.ru
Науч. рук. доц. Гаврилов В.А.

В тезисе рассмотрены способы использования программируемых устройств при вводе резерва. С внедрением программируемых логических контроллеров (ПЛК) в систему автоматизации проблемы решаются значительно. К тому же можно использовать ПЛК, произведенные в России, которые стоят гораздо дешевле, чем зарубежные аналоги. Контроллеры в электроснабжении играют ключевую роль в автоматизации, управлении и мониторинге, что помогает повысить эффективность, надежность и безопасность работы электроэнергетических систем.

Ключевые слова: ПЛК, автоматический ввод резерва, программируемые устройства.

Автоматическое включение резерва — включение автоматическим устройством резервного оборудования, взамен отключившегося основного. Широко применяется в энергетике, служит для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей.

В электроснабжении «ввод резерва» относится к мерам и процедурам, принятым для обеспечения надежности и устойчивости электросистемы в случае аварии или сбоев в работе основных источников электропитания. Ввод резерва имеет цель минимизировать перерывы в электроснабжении и обеспечить электроэнергией важные объекты или регионы[1]. Вот несколько основных аспектов «ввода резерва» в электроснабжении:

1. Резервные источники энергии: ввод резерва включает в себя подготовку и содержание резервных источников энергии, таких как дизельные генераторы, батареи или другие системы резервного питания.
2. Автоматический переключатель: для обеспечения быстрого переключения с основного источника питания на резервный.
3. Надежность: вводные резервы призваны обеспечить непрерывность электроснабжения важнейших объектов 1 категории.

Кроме того, в некоторых случаях «ввод резерва» может включать в себя и энергосберегающие технологии, и автоматизированные системы управления и даже использование возобновляемых источников энергии для резервного питания.

Возникновение проблемы, связанной с автоматическим запуском резервных генераторов, это не новое явление, и ее источники могут быть найдены в различных нормативных документах и иных источниках. Однако все предшествующие системы, созданные для решения этих проблем, были построены на устаревших компонентах, которые были громоздкими и требовали ручного управления. С внедрением программируемых логических контроллеров (ПЛК) в систему автоматизации проблемы решаются значительно эффективнее [2].

Резервный ввод с использованием ПЛК представляет собой автоматизированный и эффективный способ обеспечения непрерывности электроснабжения. Вот как это может работать:

1. Мониторинг основного питания: программируемое устройство непрерывно контролирует состояние основного источника электропитания (измерение напряжения, частоты и других параметров).
2. Определение сбоев: когда программируемое устройство обнаруживает сбой или недостаточную надежность источника основного питания (например, падение напряжения), оно активирует процесс переключения на резервный источник.
3. Активация резервного источника: программируемое устройство автоматически управляет переключателем, который переводит систему с основного источника питания на резервный. Это может включать в себя запуск дизельного генератора, активацию батарейного резерва или другого резервного оборудования.
4. Мониторинг резервного питания: после активации резервного источника программируемое устройство продолжает отслеживать его состояние.
5. Восстановление основного питания: как только основной источник питания восстанавливается и становится стабильным, программируемое устройство может автоматически переключить систему обратно на него и отключить резервный источник.

Уже есть разработанные системы автоматического управления вводом в действие резервного генератора при перегрузке рабочего. Для создания системы автоматического управления был использован программируемый логический контроллер (ПЛК) «Овен» ПЛК 63/73. Система функционирует следующим образом. Принцип действия системы состоит в сравнении фактических величин, определяющих работу генератора (тока и частоты вращения (частоты питающей сети)) рабочего генератора с допустимыми значениями. Если будут определены параметры, выходящие за рамки нормы, то будет дано указание на активацию резервного генератора. Однако, чтобы запустить резервный генератор, необходимо выполнить несколько шагов: проверить наличие топлива, удостовериться в нормальной температуре и уменьшить давление

масла. После выполнения всех этих условий резервный генератор будет включен [3]. Логика работы ПЛК63 определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys 2.3 (версии 2.3.9.9) [4]. При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3. Программируемые устройства обеспечивают быстрый контроль и управление всем этим процессом, что делает переключение на резервное питание более быстрым и надежным. Они также могут предоставлять данные и уведомления об оперативной информации и событиях, связанных с электроснабжением, что позволяет операторам систем быстро реагировать на любые проблемы.

Источники

1. Моделирование работы оборудования мобильной зарядной установки для заряда электротранспорта с целью подтверждения соответствия группам климатического и механического исполнения / Т. И. Петров, А. Р. Сафин, Е. И. Грачева [и др.] // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – 2022. – Т. 25, № 4. – С. 365-377.
2. Рак А. Н. Применение программируемого логического контроллера «Овен» 63/67 в системе автоматического ввода в действие резервного генератора // Сборник научных трудов ДонИЖТ.2019. №53.
3. Программирование программируемых логических контроллеров ОВЕН ПЛК 63 и ПЛК 73. Руководство пользователя. Версия 1.3.2. Москва, 2010. – 127 с.
4. Контроллер программируемый логический ОВЕН ПЛК63. Руководство по эксплуатации КУВФ.421445.009 РЭ Москва, 2010. – 67 с.

ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ 6/0,4 кВ ОГУЭП «ОБЛКОММУНЭНЕРГО» г. ИРКУТСКА

Латыпов Е.С.¹, Белоусов Р.А.¹, Гапеенко А.Н.¹, Анфиногенов А.Ю.², Артемьев А.В.,³

Валиулин М.В.,³ Валиулина А.И.,³ Рябинова К.О.³,

Федчишин В.В.³, Фискин Е.М.³

¹ НТЦ КУМИр, г. Иркутск, Россия

² ОГУЭП «Облкоммунэнерго», г. Иркутск, Россия

³ ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», г. Иркутск, Россия

mihailvaliulin@yandex.ru, fedchishin@istu.edu, fmm1@rambler.ru

В тезисе показаны результаты проекта цифровизации трансформаторной подстанции с целью обеспечения наблюдаемости, мониторинга параметров, учета показаний, надежности электроснабжения и электробезопасности.

Ключевые слова: цифровизация, трансформаторная подстанция, энергетический сектор, цифровые технологии, системы мониторинга, КУМИр-Ресурс.

Развитие цифровизации набирает обороты во многих сегментах энергетического рынка. Появление нового электротехнического оборудования и современных информационных технологий оказывает существенное влияние на все аспекты деятельности компаний сектора.

В настоящее время учет энергоресурсов становится все более актуальным, так как позволяет организовать максимально прозрачные отношения между ресурсоснабжающими организациями и конечным потребителем, а внедрение интеллектуальных приборов учета позволяет получать более точную информацию по качеству поставляемых энергоресурсов [1].

Целью пилотного проекта является внедрение новейших цифровых модулей в трансформаторную подстанцию (ТП) КТПН-12 г. Ангарска, в микрорайоне Северный для повышения наблюдаемости за всеми узлами подстанции.

Для успешной реализации проекта по развитию сетевой инфраструктуры в качестве главных целей были определены: повышение качества и надежности электроснабжения потребителей и снижение аварийности в электрических сетях[2]. На рисунке показано оборудование ТП до и после внедрения интеллектуальной системы учёта электроэнергии в рамках ее цифровизации с использованием оборудования, разработанного группой молодых учёных НТЦ «КУМИр» и магистрантами ИРНИТУ.



Рис. Вид ТП до и после внедрения системы

В результате выполнения проекта получена возможность контроля доступа на ТП, мониторинга показателей электроэнергии и состояния фидеров. Более подробные данные приведены в таблице.

Таблица 1

Реестр функций цифрового РЭС электросетевой компании, реализованной ИИС КУМИр-Ресурс в микрорайоне Северный г. Ангарска

№	Перечисление требований	Выполнение	Прим.
1	Соответствие требованиям нормативных документов		
1.1	№ 35-ФЗ «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 г.	Да	
1.2	ПП №890 от 19.06.2020 г. «О порядке предоставления доступа к минимальному набору функций интеллектуальных систем учета мощности (энергии)»	Да	
2	Дистанционный мониторинг приборов учета клиентов и подстанций		
2.1	Дистанционный мониторинг показаний приборов учета с передачей данных на сервер ОГУЭП «Облкоммунэнерго» по каналам мобильной связи	Да	
2.2	Периодичность опроса приборов учета – 1 мин	Да	
2.3	Набор и полнота передаваемых данных приборов учета	Да	
2.4	Возможность дистанционного ограничения нагрузки и отключения потребителей	Да	
2.5	Наличие клиентского монитора для индивидуального снятия данных прибора учёта	Да	Ключи Em Marine
2.6	Наличие личного кабинета пользователя в сети Интернет и мессенджере Telegram с авторизацией и аутентификацией входа	Да	
2.7	Контроль параметров потребляемой мощности, токов и напряжений на фидерах подстанций №№ 3,	Да	

	12	
2.8	Пофидерный контроль баланса потребляемой энергии за период	Частично
3	Дистанционный мониторинг состояния оборудования и помещений подстанций №№ 3, 12	
3.1	Контроль положения автоматических выключателей (вкл., откл., отключено аварийно)	Да
3.2	Контроль положения секционного выключателя нагрузки подстанции №3	Да
3.3	Термический контроль контактных соединений	Да
3.4	Контроль температуры силовых трансформаторов с выдачей сигнала при ее превышении	Да
3.5	Контроль нагрузки силовых трансформаторов с выдачей сигнала о перегрузке (с обратно-зависимой токо-временной характеристикой)	Да
3.6	Контроль доступа на подстанции	Да
3.7	Пожарный контроль помещений подстанций	Да
4	Диспетчерский контроль подстанций и коммуникационной сети ИИС КУМИр-Ресурс	
4.1	Контроль качества каналов связи и состояния коммуникационного оборудования ИИС КУМИр-Ресурс	Да
4.2	Аутентификация и авторизация пользователей диспетчерской РЭС	Да
4.3	Дублирование интерфейса диспетчера на мобильных устройствах заинтересованных лиц	Да
4.4	Ведение журналов событий	Да
4.5	Визуализация трендов основных параметров сети	Да
4.6	Отображение сети с привязанным (GPS, Глонасс) расположением подстанций на геокарте РЭС	Да
4.7	Многоуровневое вложенное отображение подстанций и оборудования на карте РЭС	Да

В результате выполненных работ введена в эксплуатацию система мониторинга и учёта электрической энергии, включающая контроль показателей ее качества, повышена надежность электроснабжения потребителей и безопасность электрической сети.

Часть функционала, заявленного проектом, находится в разработке и будет передана заказчику по окончании работ по контракту.

Источники

Макаров А.Ю. Цифровизация электрических сетей. Практический опыт. —

Москва: Экономика, 2019. — 128 с.

Белоусов Р.А., Гапеенко А.Н., Фискин Е.М., Николаев А.А., Федчишин В.В., Фискина М.М. Концептуальный подход к созданию и развитию интеллектуальной системы учета энергоресурсов «КУМИр-Ресурс» // Автоматизация в промышленности. 2023. №8. С. 3-7.

РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕЧИ ПО ТЕРМООБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ

Маслов С. Ю.¹, Хамидуллин И.Н.²

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹saveli2000@gmail.com, ²ildar.ildar-ham2017@yandex.ru

Науч.рук. проф. Гильфанов К.Х.

В тезисе предложена электрическая принципиальная схема регулятора температур для печи по термообработке материалов, служащая для поддержания температуры на заданном производством уровне. В ее состав входят: блок регистрации степени рассогласования температуры в печи относительно заданного уровня, блок формирования закона регулирования, блок симисторного ключа с фазоимпульсным контроллером.

Ключевые слова: регулятор температуры, энергоэффективность, ПИД-закон регулирования, термообработка, электрические печи.

Электрическая энергия используется практически во всех сферах человеческой деятельности, начиная с электрочайников, телефонов, СВЧ печей, заканчивая огромными производственными цехами, заполненными различным электрооборудованием и приборами. Предприятия по термообработке материалов не являются исключением, так как в большинстве случаев в них используются как раз таки электрические печи. В процессе функционирования таких печей температура должна находиться на заданном технологией производства уровне, с небольшим колебанием параметра относительно требуемого уровня. Если это колебание будет достаточным, это также может привести к дополнительным потерям, что в свою очередь в мощных печах является достаточно критичным.

С целью обеспечения более точного регулирования температуры в промышленной печи и повышения тем самым ее энергоэффективности, в данной работе предложена следующая схема терморегулятора (см. рисунок).

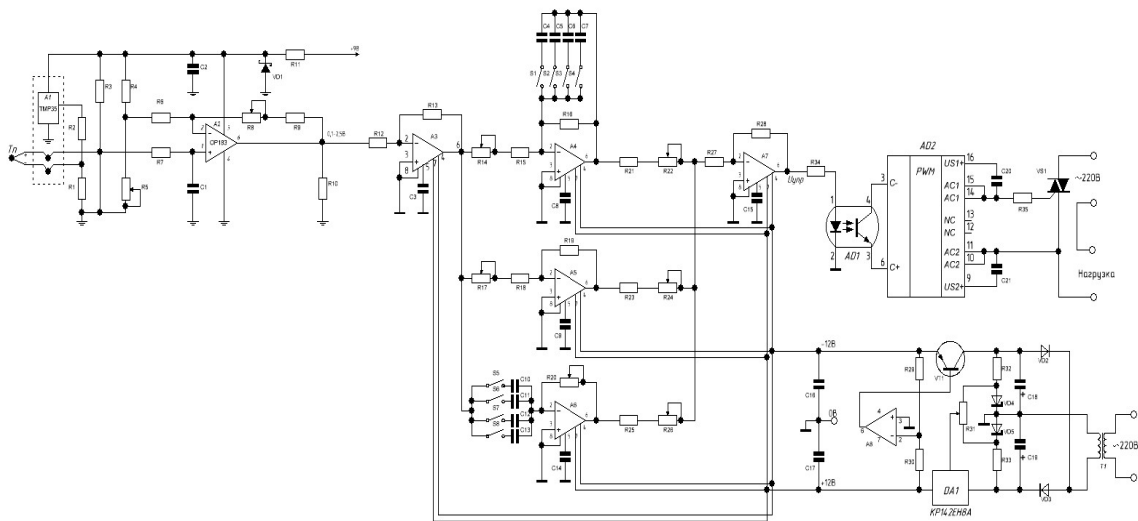


Рис. Схема регулятора температуры для печи по термообработке материалов

Она состоит из трех следующих блоков: блок регистрации степени рассогласования температуры в печи относительно заданного уровня, блок формирования закона регулирования, блок симисторного ключа с фазоимпульсным контроллером. Рассмотрим каждый из них по отдельности[1]. Первый блок является измерительным и состоит из термопары (платина 13%+родий), которая как раз таки и осуществляет измерения в печи, полупроводникового датчика температуры *TMP35*, операционного усилителя (далее ОУ). Для электронной компенсации напряжения на холодном спае ее концы соединения проводов с термопарой помещаются в изотермический блок. Полупроводниковый датчик *TMP35*, обеспечивает компенсацию напряжения холодного спае, что позволяет получить фактическую температуру в печи. Учитывая, что выходной сигнал с термопары является достаточно низким (для данной термопары $11,2 \text{ мкВ}/^\circ\text{C}$), он усиливается при помощи ОУ, с заданным коэффициентом усиления[2].

Следующий блок формирует так называемый ПИД - закон регулирования, в него входят пропорциональное звено (схема инвертирующего усилителя на ОУ *A5*), интегрально звено (схема интегратора на ОУ *A4*), дифференциальное звено (схема дифференциатора на ОУ *A6*). Сигнал управления зависит от того насколько велико рассогласование (пропорциональная компонента), какая сохраняется длительность рассогласования (интегральная компонента) и, того насколько быстро происходит изменение рассогласования как быстро изменяется рассогласование (дифференциальная компонента) и вырабатывается регулятором. Для обеспечения требуемых параметров в схему управления параллельно включены конденсаторы с емкостями, находящимися в отношении

1:2:4:8. Они задают постоянную интегрирования и дифференцирования. На выходе данного блока также стоит схема инвертирующего усилителя[3].

Для обеспечения управлением нагрузкой в схеме используется блок симисторного ключа с фазоимпульсным контроллером. Для того чтобы осуществить гальваническую развязку между схемой управления и силовой частью используется оптопара АОТ128, сигнал с которой подается на микросхему КР1182ПМ1. Далее сигнал управления при помощи симистора VD1 обеспечивает регулирование мощности на нагрузке.

В результате данной работы была представлена электрическая принципиальная схема терморегулятора для печей по термообработке материалов (мощностью порядка 5кВт), обеспечивающая высокую точность регулирования, работающая в диапазоне температур от 0°С до 500°С.

Источники

1. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие /А. А. Старостин, А. В. Лаптева. — Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2015. — 168 с.
2. Беленький А. М., Дубинский М. Ю., Ладыгичев М. Г., Лисиенко В.Г., Щелоков Я. М. Измерение температуры: теория, практика, эксперимент: Справочное издание: В 3-х томах. Т.2. Измерение температуры в промышленности и энергетике /Под ред. А. М. Беленького, В.Г. Лисиенко. – М.: Теплотехник, 2007. – 736 с.
3. Valentina Tomat, Marika Vellei, Alfonso P. Ramallo-González , Aurora González-Vidal, Jérôme Le Dréau, Antonio Skarmeta-Gómez Understanding patterns of thermostat overrides after demand response events // Energy and Buildings. - 2022. - №271.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СЕТЯМИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИХ НАДЕЖНОСТИ

¹Мингазов З.Т.

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

mzulfat@list.ru

Науч. рук. ст. преп. Мифтахова Н.К.

Статья посвящена автоматизации работы с электрическими сетями и обеспечению их надежности. Описываются современные методы автоматизации работы электрических сетей, назначение и применение автоматических систем управления в электроэнергетике. Рассмотрены вопросы надежности и безопасности электрооборудования. Кроме того, в статье приведены примеры практического применения автоматических систем управления в электрических сетях.

Ключевые слова: электроэнергетика, автоматизация, электрические сети, надежность, безопасность.

С начала своего становления электроэнергетика страны использовала в основном ручную работу людей для обслуживания и ремонта электрических сетей. Однако, с появлением новых технологий и автоматизированных систем, данная сфера начала активно развиваться в направлении использования вычислительной техники и автоматизированных систем.

В основе автоматизации систем энергоснабжения лежит комплексный подход к управлению и контролю работы стратегических объектов электроэнергетики. В современном мире автоматизация стала неотъемлемой частью производства, в том числе и электроэнергетики, так как значительно повышает эффективность работ, снижает вероятность аварий, а значит, повышает безопасность эксплуатации.

Основная задача автоматизации работы с электрическими сетями заключается в обеспечении их надежности. Для этого используются программно-аппаратные комплексы (ПАК), которые на основании данных, полученных от датчиков на сетях, позволяют контролировать работу оборудования, определять причины возникновения аварий, а также принимать меры по их предотвращению в автоматическом режиме.

Для автоматизации работы с электрическими сетями используются различные средства контроля и управления. В основе их работы лежит использование различных систем сбора данных, обработки информации и управления в

режиме реального времени. К таким системам относятся SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) и WAMS (Wide Area Monitoring System).

Система SCADA позволяет удаленно управлять и контролировать различные технологические процессы на объектах электроэнергетики [1]. С ее помощью можно контролировать работу оборудования на больших и находящихся на большом расстоянии областях сетей. Важной особенностью системы SCADA является мониторинг качества электроэнергии.

Система WAMS предназначена для контроля технологических процессов на объектах электроэнергетики, находящихся в разных регионах. Эта система собирает данные с больших территорий, что позволяет контролировать и управлять несколькими подсистемами одновременно.

Также используются системы мониторинга, которые помогают контролировать состояние самой сети[2]. Эти системы могут быть как аппаратными, так и программными. Аппаратные системы установлены на объектах электроэнергетики и собирают данные о технологических параметрах работы сети, обеспечивая быстрое выявление и реагирование на возникающие сбои.

Важным элементом автоматизации является управление нагрузками на сеть. Для этого используются системы управления нагрузками, которые позволяют контролировать нагрузку на сети и принимать меры по ее оптимизации. Такие системы могут регулировать напряжение, осуществлять планирование нагрузки и управлять мощностью[3].

Автоматизация работы с электрическими сетями является важным вопросом для современной энергетики. Рост числа пользователей электроэнергии и увеличение количества сбоев требует новых технических решений для эффективного и надежного управления энергетическими системами. Одним из наиболее значимых элементов автоматизации работы с электрическими сетями являются системы управления распределительными сетями (DMS). Эти системы обеспечивают планирование, управление и контроль работы электрической инфраструктуры. DMS управляет различными компонентами энергетической инфраструктуры, такими как генераторы, трансформаторы и устройства управления, такие как выключатели и разъединители.

Системы управления распределительными сетями (DMS) позволяют улучшить качество и объем диагностики и устранения проблем, а также уменьшить риск отказов и повысить эффективность управления. Для работы с такими системами требуются определенные знания и навыки у персонала, что также актуализирует потребность в регулярном обучении[4].

Второй важной областью автоматизации работы с электрическими сетями является мониторинг состояния электроэнергетического оборудования. Современные технологии позволяют автоматически измерять и анализировать

различные параметры, такие как напряжение, ток и частота. Это позволяет операторам быстро обнаруживать любые проблемы и реагировать на них.

Третья область автоматизации работы — это обновление и модернизация оборудования. Новые технологии могут значительно увеличить надежность работы оборудования и уменьшить риск отказов. Например, можно заменить устаревшие выключатели и прерыватели на более современные модели, которые обеспечивают более быструю реакцию на возникшие проблемы.

Также важным аспектом является обучение персонала на новых технологиях и оборудовании. Регулярное обучение позволяет сохранять высокий уровень навыков и профессиональных знаний персонала, уменьшает риск отказов оборудования и улучшает надежность работы электрических сетей [5].

Таким образом, автоматизация работы с электрическими сетями оказывает существенное влияние на эффективность, надежность и безопасность работы энергетической инфраструктуры. Перспективы развития данной области могут быть связаны с использованием искусственного интеллекта и других технологических инноваций для более точного и быстрого диагностирования проблем и эффективного управления энергетическими системами.

Источники

1. А.Ф. Карандаев, Е.А. Гречко, Д.А. Лазарев Автоматизация электрических сетей// Учебное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2020. – 352 с.
2. Каменев, С.М. Автоматизация электрических сетей / С.М. Каменев// Учебное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2021. – 456 с.
3. Леушин, В.В. Системы автоматизации и диспетчеризации электроэнергетических объектов//Учебное пособие. – М.: МЭИ, 2020. – 272 с.
4. Боровков, С.В. Промышленная автоматика и контроль: Учебник для вузов //Учебное пособие. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 576 с.
5. А. Г. Логачева, Ш. И. Вафин, Р. Р. Гибадуллин, А. М. Копылов Влияние количества фаз обмотки статора на тяговое усилие линейного синхронного двигателя / // Национальная Ассоциация Ученых. – 2015. – № 2-3(7). – С. 138-143.
6. Галиев, Р. И. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей / Р. И. Галиев, И. Ф. Галиев // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ATS НА ОСНОВЕ RTU

Нагимуллина А.Л.¹, Гаффанова А.Р.²

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

89178864876@mail.ru, angelinagaffanova@mail.ru

Науч.рук. к.т.н. доц. Гаврилов В.А.

На сегодняшний день создание «интеллектуальных электрических сетей» является актуальной задачей в сфере энергетики в связи с проблемой низкой надежности и высоких потерь у распределительных электрических сетей 0,4 - 10 (6) кВ. Поэтому в этом тезисе мы рассмотрим способ системы автоматизации с применением технологии ATS на базе RTU.

Ключевые слова: автоматизация, контроль, управление, система.

Электроснабжение должно работать непрерывно для поддержки работы технологических процессов промышленности. Задача всех коммунальных предприятий состоит в том, чтобы грамотно по правилам регулирования обеспечить доступную подачу электроэнергии для потребителей.

Одной из причин низкой надежности распределительных сетей является отсутствие оборудования информационно-управляющих систем на объектах. Из-за этого труднее обеспечить потребности по бесперебойному и непрерывному энергоснабжению потребителей и оперативной ликвидации аварийных ситуаций.

Существует несколько способов повышения надежности распределительных сетей:

1. Применение современных линий электропередачи;
2. Внедрение новых схем резервирования;
3. Повышение квалификации обслуживающего персонала;
4. Усовершенствование релейной защиты и автоматики систем электроснабжения;
5. Уменьшение числа последовательно включенных элементов в системе электроснабжения.

На сегодняшний день существуют современные технологии такие, как удаленные терминалы (RTU) и автоматизированные системы переключения (ATS), помогающие поддерживать принятие решений автоматически. Для того, чтобы понять технологию, необходимо разобраться что представляют из себя эти системы.

Удаленные терминалы (RTU) — это микропроцессорные устройства, отслеживающие и управляющие оборудованием, находящиеся на большом расстоянии, а после автоматически подключаются и передают информацию в диспетчерское управление предприятия, которые, следовательно, обработают информацию.

Что касается автоматизированных систем переключения (ATS), то это те устройства, которые автоматически переключат питание с основного на резервный источник, если тот обнаружит аварийный сбой или отключение основного источника.

Благодаря такой автоматизированной распределительной сети, при отслеживании и контроле выключателей ВЛ ЭП и подстанций, можно существенно уменьшить время на реагирования на сбои, а также своевременно обнаружить неисправности и получить полный отчет о ней.

Концепция хранения энергии из возобновляемых источников, таких как солнечная энергия, ветер и геотермальная энергия, меняется в современных условиях. Раньше газ, нефть и уголь могли храниться на протяжении месяцев, но теперь требуется разработать новые методы накопления энергии.

В современных цифровых системах все большую роль играет информационно-коммуникационная инфраструктура. Устойчивость таких систем означает их способность обеспечивать основные функции даже при отсутствии доступа к этой инфраструктуре.

Система автоматического переключения (ATS) на базе RTU считается первым шагом к созданию автоматически восстанавливающейся системы. Она эффективна при устранении длительных перерывов в подаче электроэнергии на низком и среднем напряжении, и широко используется в различных секторах, включая промышленные объекты, центры обработки данных, транспортные сети, коммунальные услуги и общественные здания.

Функциональность ATS, основанная на оборудовании RTU, включает переключение с задержкой по времени в аварийном освещении, системах охлаждения и аварийной вентиляции, а также анализ и мониторинг аварийных сигналов. Это обеспечивает непрерывность электроснабжения с помощью генератора или аккумуляторной системы. На рисунке показана схема применения ATS для промышленных систем электроснабжения.

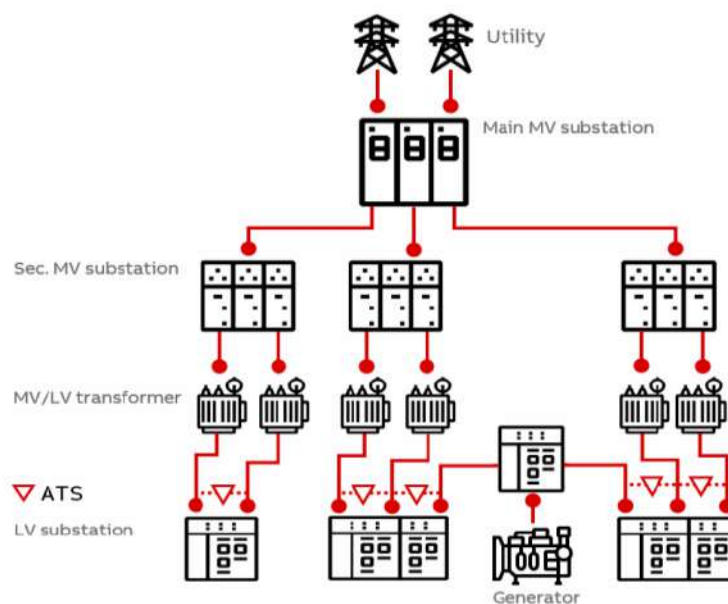


Рис. Схема ATS

При модернизации объектов распределительных электрических сетей применение современной технологии, такой как система ATS на основе RTU, требует нового подхода к решению задач управления и снижения аварийности этих сетей. Эти новые подходы будут способствовать беспрепятственному внедрению технологии Smart Grid на этих объектах распределительных сетей. Это открыт новые перспективы и возможности в области эффективного управления электроэнергией. Технология ATS на основе RTU, взаимодействуя с другими системами и устройствами, позволяет собирать и анализировать большие объемы данных о состоянии электрических сетей. Это позволяет оперативно выявлять и предотвращать возможные аварийные ситуации. В результате внедрение технологии ATS на основе RTU в объектах распределительных электрических сетей существенно улучшает их производительность и безопасность.

Источники

1. Бердников М.С. Современные средства автоматизации распределительных электрических сетей // Наука и образование сегодня: сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф., 2018.
2. Шабад М.А. Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле, 2015. № 2 (42). С. 99-101.
3. Hitachi ABB Power Grids, Automatic transfer System [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/35uuQP> (дата обращения: 28.09.23)
4. Hitachi ABB Power Grids, Self-healing distribution grid RTU500 [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/35uuVb> (дата обращения: 28.09.23)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА КОНТАКТОВ НИЗКОВОЛЬТНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ

Петров А.Р.¹, Мифтахова Н.К.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹petrova113@mail.ru, ²nailya_miftahovna@mail.ru

Науч. рук. проф. Грачева Е.И.

В работе исследуется проблема оценки энергоэффективности эксплуатации низковольтных коммутационных аппаратов отечественного производства. Исследованы зависимости температуры нагрева контактных соединений магнитных пускателей и рубильников на различные номинальные токи от коэффициента загрузки.

Ключевые слова: электрические аппараты, контактные соединения, температура нагрева, сопротивление контактов.

Как показывает практика, учет сопротивлений низковольтных коммутационных аппаратов (НКА) позволяет повысить точность определения потерь в низковольтных сетях электроснабжения и определить проблемные участки сети с точки зрения энергоэффективности [1]. Неучет таких параметров сети как температура нагрева проводников, температура окружающей среды и сопротивления НКА приводит к существенным погрешностям при определении потерь электроэнергии в сетях до 1 кВ.

В процессе эксплуатации аппарата не должно быть недопустимого перегрева аппарата в целом и его отдельных элементов, это требование необходимо соблюдать на протяжении всего срока службы НКА. Нагрев контактных соединений НКА происходит под воздействием различных источников теплоты, интенсивность которых меняется в зависимости от режима работы и нагрузки аппарата [2].

Проведем оценку сопротивлений контактных соединений аппаратов в зависимости от номинального тока и коэффициента загрузки по выражению [3]:

$$R_{\text{к.с. расч.}} = \frac{2\sqrt{\lambda \cdot F \cdot k_T \cdot S}}{I^2} \cdot \left(\theta_{\text{к}} - \frac{I^2 \cdot \rho \cdot (1 + \alpha \cdot \nu_{\text{к}})}{F \cdot k_T \cdot S} \right), \quad (1)$$

Установившееся значение температуры контакта

$$v_k = \frac{I^2 \cdot \rho + v_0 \cdot F \cdot k_T \cdot S}{F \cdot k_T \cdot S - I^2 \cdot \rho \cdot \alpha}, \quad (2)$$

Результаты расчетов сопротивлений контактных соединений для исследуемых аппаратов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета технических характеристик коммутационных аппаратов

Тип аппарата	Ток $I_{ном}, A$	Размеры контактов, мм	Температура контактов $v_k, ^\circ C$	Сопротивление контактов, $R, m\Omega$
Магнитный пускатель ПМЛ	2	$r = 4$	35,6	12,6
	5	$a = 8,1$ $b = 8,1$	35,9	6,34
	3	$a = 12$ $b = 12$	35,7	4,35
Рубильник PE19	1	$a = 10$ $b = 16$	36,5	1,98
	50	$a = 20$ $b = 20$	37,4	0,61
	00	$a = 25$ $b = 25$	38,2	0,32
	30	$a = 35$ $b = 35$	37,8	0,22

На рис. 1 представлены графические зависимости температуры контактов от коэффициента загрузки для магнитного пускателя ПМЛ.

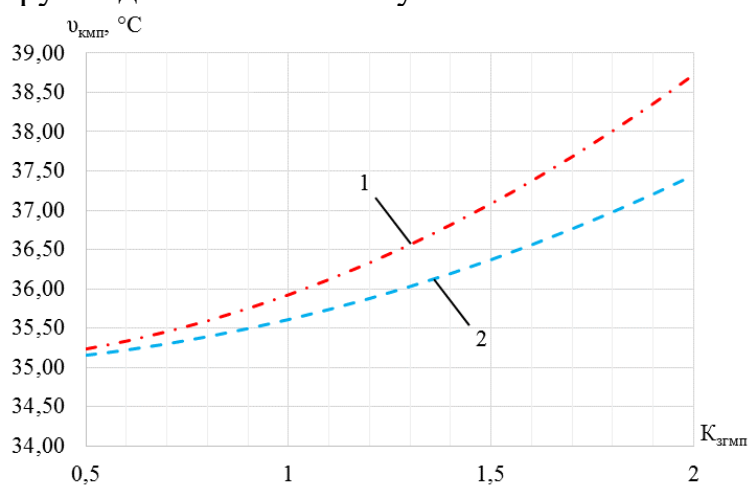


Рис. 1. Графики зависимостей температуры нагрева контактов от коэффициента загрузки для магнитного пускателя ПМЛ: 1 – $I_{\text{ном}} = 40 \text{ А}$; 2 – $I_{\text{ном}} = 25 \text{ А}$

Аналогичные зависимости представлены для рубильников РЕ19 (рис. 2).

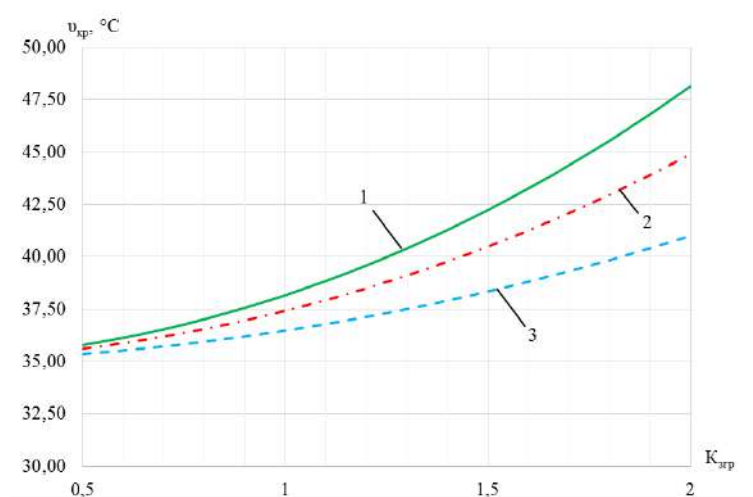


Рис. 2. Графики зависимостей температуры нагрева контактов от коэффициента загрузки для рубильника РЕ19: 1 – $I_{\text{ном}} = 400 \text{ А}$; 2 – $I_{\text{ном}} = 250 \text{ А}$; 3 – $I_{\text{ном}} = 100 \text{ А}$

В результате проведенных исследований получены расчетные зависимости оценки температуры контактов магнитных пускателей и рубильников от значения коэффициента загрузки аппарата. Полученные значения температуры нагрева контактных соединений удовлетворяют требованиям ГОСТ 403-73. Получены расчетные данные сопротивлений контактных соединений магнитных пускателей и рубильников от величины номинального тока.

Источники

Петров А. Р., Грачева Е. И. Моделирование потерь мощности в контактных системах низковольтных коммутационных аппаратов // Омский научный вестник. 2023. № 2 (186). С. 126–133. DOI: 10.25206/1813-8225-2023-186-126-133.

A. R. Petrov, E. Ivanovna Gracheva, T. Sinyukova, S. Valtchev, R. Miceli and A. U. Rahman, "Simulation of the Functional Characteristics of Low-Voltage Switching Devices, Based on the Example of Automatic Circuit Breakers," 2023 International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP), Terrasini, Italy, 2023, pp. 690-695, doi: 10.1109/ICCEP57914.2023.10247405.

Абдуллазянов Э.Ю., Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М., Логачева А.Г. Влияние низковольтных электрических аппаратов и параметров

электрооборудования на потери электроэнергии в цеховых сетях // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т.23.
№ 3. С. 3-13.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СХЕМ ВНУТРИЗАВОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Петрова Р.М.¹, Мифтахова Н.К.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹1998renata@mail.ru

Науч. рук. проф. Грачева Е.И.

Предлагаемая статья посвящена исследованию надежности эксплуатации электрооборудования схем низковольтных сетей внутризаводского электроснабжения на примере схемы участка сети, включающей основные элементы – силовой трансформатор 10/0,4 кВ, кабельные линии 0,4 кВ, распределительные пункты, автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы, рубильники.

Ключевые слова: надежность, схема внутризаводского электроснабжения, низковольтные электрические аппараты, экспоненциальный закон.

В настоящее время требуются новые подходы к оценке показателей надежности элементов электрооборудования и систем внутризаводского электроснабжения[1, 2]. Цель работы заключается в оценке и анализе основных характеристик надежности электрооборудования низковольтных сетей[3].

На рисунке 1 показана схема участка сети, для которой рассчитаны параметры надежности. Система состоит из высоконадежных элементов, соответственно, отказ более двух независимых элементов событие маловероятное. Рассчитаны параметры надежности схемы относительно распределительного шкафа силового (ШРС) и распределительного пункта силового (ПРС).

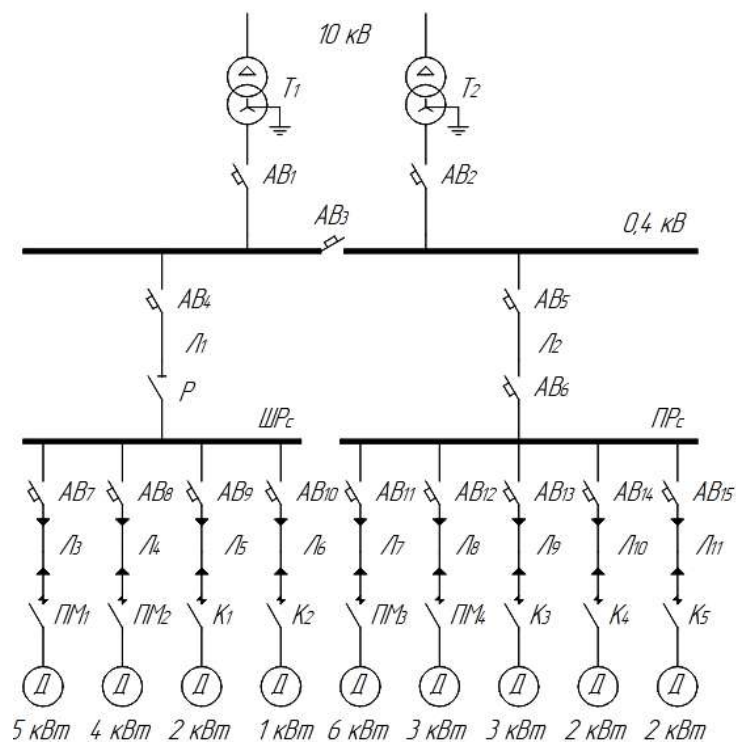


Рис. 1. Схема системы внутриводского электроснабжения

Составим структурную схему надежности для схемы, изображенной на рис. 1 (рис.2).

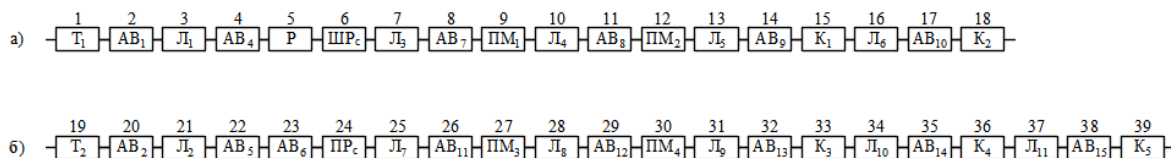


Рис. 2. Структурная схема надежности относительно а) ШРс, б) ПРс

Интенсивность отказов схемы относительно ШРс:

$$\begin{aligned} \lambda_{C1} &= \lambda_{T1} + \lambda_{AB1} + \lambda_{L1} + \lambda_{AB4} + \lambda_P + \lambda_{ШРс} + \lambda_{L3} + \lambda_{AB7} + \lambda_{ПМ1} + \\ &+ \lambda_{L4} + \lambda_{AB8} + \lambda_{ПМ2} + \lambda_{L5} + \lambda_{AB9} + \lambda_{K1} + \lambda_{L6} + \lambda_{AB10} + \lambda_{K2} = \\ &= \lambda_T + 6 \cdot \lambda_{AB} + 5 \cdot \lambda_L + \lambda_P + \lambda_{ШРс} + 2 \cdot \lambda_{ПМ} + 2 \cdot \lambda_K \end{aligned}$$

Интенсивность отказов схемы относительно ПРс:

$$\begin{aligned} \lambda_{C2} &= \lambda_{T2} + \lambda_{AB2} + \lambda_{L2} + \lambda_{AB5} + \lambda_{AB6} + \lambda_{ПРс} + \lambda_{L7} + \lambda_{AB11} + \lambda_{ПМ3} + \\ &+ \lambda_{L8} + \lambda_{AB12} + \lambda_{ПМ4} + \lambda_{L9} + \lambda_{AB13} + \lambda_{K3} + \lambda_{L10} + \lambda_{AB14} + \lambda_{K4} + \\ &+ \lambda_{L11} + \lambda_{AB15} + \lambda_{K5} = \lambda_T + 8 \cdot \lambda_{AB} + \lambda_{ПРс} + 6 \cdot \lambda_L + 2 \cdot \lambda_{ПМ} + 3 \cdot \lambda_K \end{aligned}$$

Далее приведены графики изменения функции вероятности безотказной работы и вероятности появления отказа во времени для схем относительно ШРс (1) и ПРс (2) (рис. 3).

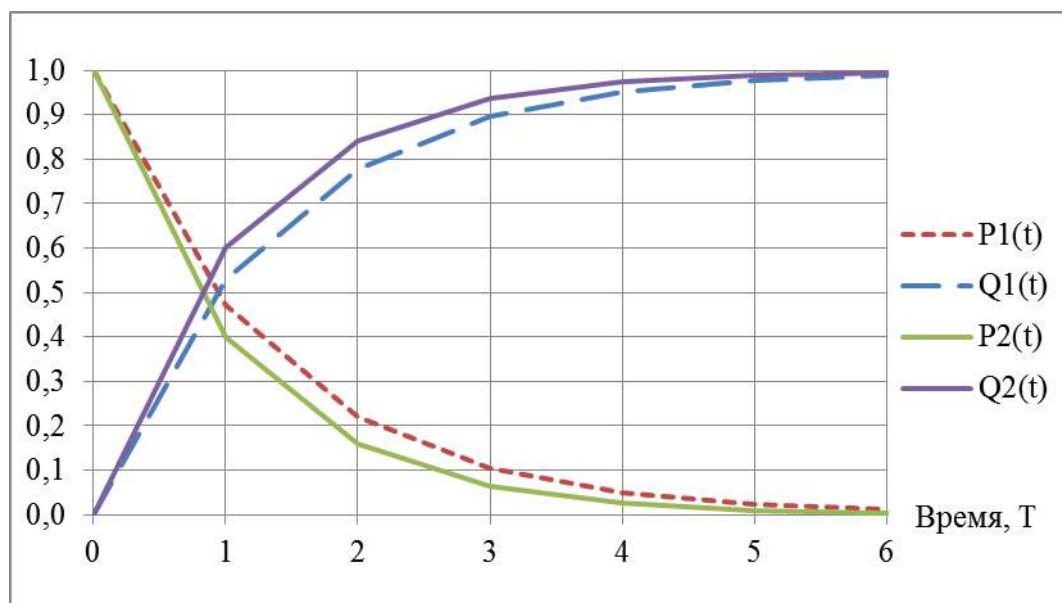


Рис. 3. Графики изменения функций вероятности безотказной работы и появления отказа во времени

Графики рис. 3 показывают, что вероятности времени безотказной работы для схем относительно ШРс и ПРс отличаются в первый год эксплуатации – на 17,75 %, во второй – на 38,13 %, в третий – на 62,5 %, что объясняется снижением уровня надежности схемы по годам и, начиная с четвертого года практически равны нулю. Исследуемые характеристики соответствуют экспоненциальному закону распределения параметров надежности.

Данный метод оценки параметров рекомендуется применять для уточнения периодичности технического обслуживания и ремонта электрооборудования в системе внутризаводского электроснабжения.

Источники

Петрова Р.М, Абдуллазянов Э.Ю., Грачева Е.И., Valtchev S., Yousef Ibragim. Исследование вероятностных характеристик надежности электрооборудования внутрицеховых систем электроснабжения // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2023. Т. 15. No1 (57). С. 93-105.

E. Gracheva, R. M. Petrova, S. Valtchev and T. Sinyukova, "Study of Probability Characteristics of the Reliability of Electrical Equipment in Internal Power Supply Systems," 2023 5th Global Power, Energy and Communication Conference (GPECOM), Nevsehir, Turkiye, 2023, pp. 460-465, doi: 10.1109/GPECOM58364.2023.10175821.

Садыков Р.Р. Оценка надежности низковольтных цеховых сетей промышленного электроснабжения // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2017. №5-6.

Галиев, Р. И. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей / Р. И. Галиев, И. Ф. Галиев // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТЕНДА ИЗМЕРЕНИЯ ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Петров Т.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

tobac15@mail.ru

Верификация результатов моделирования очень важный момент научных исследований, эффективным инструментом для данной операции является использование экспериментальных исследований. Для подтверждения результатов комплексной топологической оптимизации был разработан стенд, у которого существовала проблема с заданием равномерной нагрузки. В данной работе продемонстрирован один из вариантов решения проблемы, в качестве нагрузки используется электрический транспорт небольшой мощности – электротрицикл.

Ключевые слова: стенд, вращающий момент, синхронный двигатель, постоянные магниты

Топологическая оптимизация становится одним из главных инструментов создания новых конструкций различного оборудования, в том числе и электрических машин. Данный метод отличается высоким значением сходимости, гибкой вариативностью, возможностью учета большого количества ограничений, что позволяет получать нестандартные, но эффективные топологии, но на основе патентно-литературного анализа сделан вывод, что хотя уже проведено много исследований и предложены различные методы, применение топологической оптимизации в электромагнитном поле сравнительно менее изучено и в настоящее время все еще сталкивается со многими проблемами. Одна из них отсутствие экспериментальных стендов для проверки результатов топологической оптимизации[1-3].

Разработана схема модернизированного экспериментального стенда для проверки результатов комплексной топологической оптимизации СДПМ. В систему стенда в качестве нагрузки выбран электротрицикл (а не асинхронный двигатель в противофазу, как планировалась ранее). Электротрицикл будет отвечать за нагрузку в качестве электротранспорта, моделируя полноценную работу электрического двигателя. Интеграция в стенд будет осуществляться переводом модернизированных двигателей на вал электротрицикла, но необходимо будет изменить его конструкцию или добавить специальную площадку, с целью перевести транспорт в постоянное статичное положение (отсутствия движения по плоскости). Данное требование вытекает из

ограниченных возможностей измерительного оборудования и общей сложности проведения испытаний в динамичном режиме электротранспорта. Далее необходимо будет изъять стандартный двигатель из электротрицикла, и реализовать возможность быстрого подключения любых двигателей к механической части транспорта. И на вал интегрировать все необходимые системы измерения вращающего момента, частоты вращения и температуры.

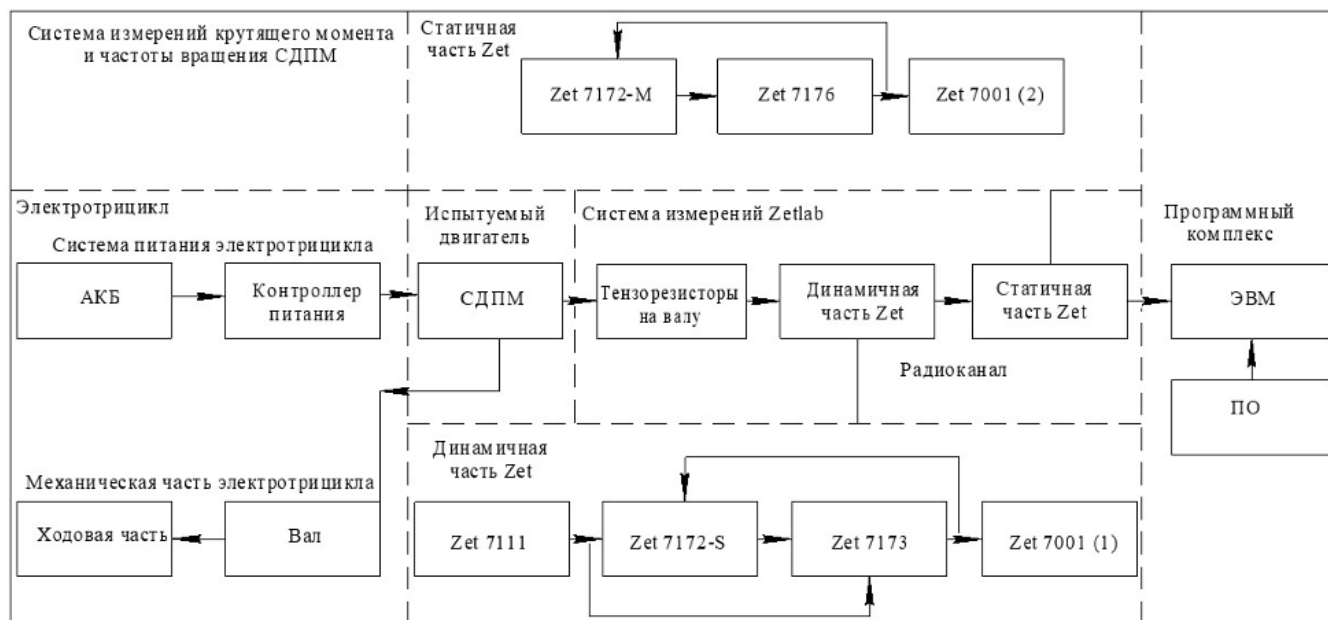


Рис. Модернизированная схема стенда для определения значения вращающего момента

Также для работы стенда разработана программа "Расчет изменения воздушного зазора синхронного двигателя с постоянными магнитами для проверки результатов комплексной топологической оптимизации".

В программе в роли целевой функции будет изменение воздушного зазора синхронного двигателя с постоянными магнитами, уменьшение размера которого может привести к снижению энергетических характеристик машины, и к невозможности реализации конструкции оптимизированного двигателя на практике [4].

Программа предназначена для определения вхождения измеряемого параметра (изменение величины воздушного зазора) в допустимые пределы, и при отрицательном варианте, проводится топологическая оптимизация ротора синхронного двигателя с постоянными магнитами, с целью повышения прочностных характеристик электрической машины.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-00134, <https://rscf.ru/project/22-79-00134/>

Источники

1. Петров, Т. И. Разработка и реализация стенда для подтверждения эффективности топологической оптимизации ротора синхронных двигателей с постоянными магнитами / Т. И. Петров, А. Р. Сафин // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13, № 2(50). – С. 100-108.
2. Татевосян А.А., Бубнов А.В. Формирование общего подхода к оптимальному проектированию высокотехнологических энергоэффективных электротехнических комплексов на основе тихоходных синхронных электрических машин. // Омский научный вестник. 2019. С.46-51.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680001 Российская Федерация. Топологическая оптимизация ротора синхронного двигателя с постоянными магнитами по вращающему моменту : № 2021669657 : заявл. 03.12.2021: опубл. 06.12.2021 / И. В. Ившин, А. Р. Сафин, А. Н. Цветков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».
4. Forecasting technical state and efficiency of electrical switching devices at electric complexes in oil and gas industry / Т. V. Tabachnikova, Е. I. Gracheva, О. V. Naumov, А. N. Gorlov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Almetyevsk, Republic of Tatarstan, 12–14 февраля 2020 года. – Almetyevsk, Republic of Tatarstan, 2020. – P. 012014. – DOI 10.1088/1757-899X/860/1/012014.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Саидгараева Р. Р.,
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,
Ralina.yung@bk.ru,
Науч. рук. доц. Кротов В. И.

Аннотация: В данной статье рассматривается важный аспект работы преобразователей переменного тока в системах электроснабжения. Описываются основные принципы работы, включая использование полупроводниковых устройств, управление и контроль процессом преобразования энергии, защитные функции и обеспечение высокой эффективности.

Ключевые слова: преобразователи, переменный ток, постоянный ток, электроснабжение, инверторы.

Преобразователи являются важной частью системы электроснабжения переменного тока и используются для преобразования электрической энергии переменного тока из одной формы в другую. Преобразователи довольно часто используются в различных промышленных отраслях, таких как энергетика, электротехника, электроника, автомобильное производство и многие другие.

Принцип работы преобразователей основан на использовании полупроводниковых устройств, таких как диоды, транзисторы и тиристоры. Эти устройства могут контролировать поток электрического тока, изменение частоты и напряжения, что позволяет преобразователям выполнять различные функции[1].

Одним из основных принципов работы преобразователей является преобразование переменного тока в постоянный ток. Этот тип преобразователя используется, например, в блоках питания для электронных устройств. Принцип работы преобразователя заключается в выпрямлении переменного тока и его преобразовании в постоянный ток. В этом случае применяется диодный мост, состоящий из четырех диодов. Диоды позволяют пропускать ток только в одном направлении, благодаря чему переменный ток преобразуется в пульсирующий ток одной полярности. Затем с помощью фильтра этот пульсирующий ток преобразуется в постоянный ток.

Еще одним принципом работы преобразователей является изменение амплитуды и частоты переменного тока. Для этого используются тиристоры и транзисторы. Тиристоры позволяют управлять моментом включения и

выключения тока, а транзисторы могут управлять его амплитудой и частотой. Это позволяет преобразователям регулировать выходное напряжение и частоту в соответствии с требованиями системы[2].

Другим типом преобразователей является преобразователь постоянного тока в переменный ток, также известный как инвертор. Инверторы широко применяются в солнечных электростанциях и системах аварийного питания. Они позволяют преобразовывать постоянный ток, полученный от источника питания, в переменный ток определенной частоты и амплитуды.

Принцип работы инвертора основан на использовании транзисторов или тиристоров, которые переключаются в определенном порядке для создания переменного тока. Когда транзисторы или тиристоры открыты, ток протекает через них, создавая положительную полуволну переменного тока. Затем они закрываются, и ток переключается на другие транзисторы или тиристоры, чтобы создать отрицательную полуволну. Иначе говоря, с помощью инвертора можно получить переменный ток с необходимой частотой и амплитудой[3].

Управление и контроль процесса преобразования энергии также является важным принципом работы преобразователей. Преобразователи могут быть оснащены различными защитными функциями, включая автоматическую защиту от перегрева, защиту от скачков напряжения и защиту от короткого замыкания. Это позволяет предотвратить повреждение преобразователя и других компонентов системы при возникновении непредвиденных ситуаций. Для этого используются специальные контроллеры и схемы управления, которые мониторят и регулируют работу преобразователя, позволяют поддерживать стабильность выходного напряжения и частоты[4].

Важным аспектом работы преобразователей является их эффективность. Преобразователи должны быть способными преобразовывать электрическую энергию с минимальными потерями. Для этого используются оптимизированные дизайны и технологии, а также высококачественные компоненты. Это позволяет снизить потери энергии в виде тепла и повысить общую эффективность системы[5].

Преобразователи в системе электроснабжения переменного тока имеют широкий спектр применений и играют важную роль в энергетической электронике. Они обеспечивают эффективное преобразование электрической энергии и позволяют адаптировать систему электроснабжения к различным требованиям. Понимание принципов работы преобразователей позволяет разрабатывать и оптимизировать электронные системы для повышения энергоэффективности и надежности. Важно отметить, что принципы работы преобразователей могут различаться в зависимости от их типа и назначения. Некоторые преобразователи могут выполнять несколько функций

одновременно, а некоторые могут быть специализированы только для определенных задач.

Источники

1. Кокшаров В. С., Преобразовательная техника. Инверторы, преобразователи частоты, импульсные преобразователи постоянного напряжения. Уфа, 2010. С. 350-389.
2. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода. 2017. С. 54-58.
3. Попков О.З. Основы преобразовательной техники // учеб. пособие для вузов. 3-е изд., 2010. С. 132-156.
4. Герасимов В.Г., Попов А.И. Электротехнический справочник: Производство, передача и распределение электрической энергии. 2009. С. 37-45.
5. Розанов Ю.К., Лепанов М. Г. Силовая электроника. Москва, 2021. С. 59-61.
6. Галиев, Р. И. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей / Р. И. Галиев, И. Ф. Галиев // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛЭП НА БАЗЕ FACTS

Сафин А.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

artur.safin.1996@mail.ru

Науч. рук. канд.пед. наук, доц. Долومانюк Леонид Владимирович

В данном тезисе проанализирован способ оптимизации работы ЛЭП путем внедрения гибкой системы управления переменным током. Рассмотрена новая конструктивная особенность повышения пропускной способности в линиях электропередач.

Ключевые слова: модернизация электроснабжения, ограничения, воздушная линия.

На данный момент остро стоит вопрос в достижении автоматизированной системы регулирования напряжения в высоковольтных линиях электропередач с использованием комплекса устройств, связанных между собой. Связано это прежде всего из-за высокой потребности в качественной электроэнергии и более современного удаленного контроля электроэнергетической системы.

Развитие электроэнергетики сталкивается с двумя проблемами: сложной системой управления и необходимостью освоения новых территорий для развития сети. Однако интеллектуальные сети (FACTS) могут решить эти проблемы. Они основаны на передовых технологиях силовой электроники и позволяют управлять и повышать передающую способность сетей. Устройства и технология FACTS включают в себя статические преобразователи напряжения, электромашиновентильные комплексы, микропроцессорные системы управления и другие устройства. Эта технология может быть использована во всех сегментах электроэнергетической системы, включая генерацию, транспортировку и потребление электроэнергии[1].

Преимущества технологии FACTS заключаются в её многофункциональности, высоком быстродействии, малом содержании высших гармоник, малых размерах и занимаемой полезной площади по сравнению со статическими тиристорными компенсаторами[2]. Технология гибких систем электропередачи FACTS охватывает все сегменты электроэнергетического хозяйства: генерацию, транспорт электроэнергии и ее потребление.

Данная система позволяет отслеживать мгновенные характеристики энергообмена и преобразует функцию электрической сети из существующей «пассивной» в «активную»[3]. Метод подключения - шунт. Она работает как управляемый источник тока. Устройства, реализующие такую технологию:

- статические преобразователи напряжения на основе современной силовой электроники. К ним относят: батареи статических компенсаторов (БСК); реакторные группы, коммутируемые вакуумными выключателями (ВРГ); управляемые шунтирующие реакторы (УШР); статические тиристорные компенсаторы (СТК).

- электромашиноventильные комплексы (машины переменного тока со статическими преобразователями частоты). К ним относят: синхронные компенсаторы (СК); асинхронизированные статические компенсаторы (АСК).

- микропроцессорные средства управления (регулирующие) устройствами. К ним относят: управляемые устройства продольной компенсации (УУПК); фазоповоротные устройства (ФПУ). К его преимуществам относят: многофункциональность; высокое быстродействие; малое содержание высших гармоник; малые размеры, занимаемые полезную площадь в сравнении со статическими тиристорными компенсаторами; показывает куда меньшую вероятность появления резонансных явлений, а при снижении напряжения переходит в режим постоянного источника тока, обеспечивая постоянное выходное напряжения[4].

Вся эта система напрямую может быть связана через оптоволоконные линии связи, при этом диспетчер может получать данные с микропроцессорных устройств управления непосредственно через GSM-модемы, либо через сеть Ethernet[5]. Сама передача данных может осуществляться через интерфейсы RS-485. Предполагаемые протоколы, широко применяемые в РФ, для связки устройств контроля электроэнергии: EtherCAT, POWERLINK, PROFINET, EtherNet/IP и ModbusTC[6].

Сегодня технология гибких систем управления переменного тока FACTS является одной из наиболее востребованных в области энергетики. Её использование позволяет оптимизировать работу энергосистемы, обеспечивая широкий диапазон регулирования и высокую скорость реакции на изменения нагрузки. В активно-адаптивных сетях такие характеристики, как широкие рабочие диапазоны регулирования и высокое быстродействие, минимизация использования полезного пространства становятся особенно востребованными.

Источники

1. Байниязов, Б. А. К вопросу о повышении пропускной способности высоковольтных линий электропередачи / Б. А. Байниязов, А. Н. Мухамедин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 20 (310). — С. 87-90. — URL: <https://moluch.ru/archive/310/70033/>

2. Сайтбаталова Р.С., Гибадуллин Р.Р., Загидуллин Р.Г. Ступенчатое регулирование батарей конденсаторов для обеспечения устойчивости нагрузки

промышленных предприятий // Вестник КГЭУ. 2019. Том 11. № 1(41). С. 79-84.

3. Бирюлин В.И., Куделина Д.В. Разработка модели для анализа способов снижения несимметрии напряжений в системах электроснабжения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Том 24. №2. С. 72-85.

4. Бородин М.В., Виноградов А.В., Букреев А.В., Панфилов А.А. Структура времени определения источника искажений показателей качества электрической энергии и программно-аппаратный комплекс для его сокращения // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Том 23. № 6. С. 29-41.

5. Боярская Н.П., Довгун В.П., Егоров Д.Э., Новиков В.В., Шандрыгин Д.А. Минимизация потерь мощности в пассивных силовых фильтрах // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Том 23. №6. С. 42-52.

6. Перминов Р.В., Потапов В.С., Трофимов Н.А., Джулакян М.В. Способы повышения пропускной способности линии электропередачи 2019 [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-povysheniya-propusknoy-sposobnosti-linii-elektroperedachi> (дата обращения 21.09. 2022).

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТИПЫ ЗАРЯДОК ЭЛЕКТРОБУСОВ ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Севастьянов Е.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия,

egor.sev.se@gmail.com

Науч. рук. ст. преп. Киснеева Л.Н

В последние годы растет популярность электрических автобусов в городах как альтернативы другим видам транспорта. Электротранспорт предлагает множество преимуществ, но и у него есть свои ограничения. Одним из них является необходимость развития инфраструктуры для регулярной зарядки автобусов. В этой статье мы обсудим различные системы зарядки электроавтобусов, их преимущества и недостатки, а также сравним воздействие на окружающую среду электробусов и автобусов с дизельными двигателями.

Ключевые слова: электрический автобус, зарядная станция, понтонная зарядка, медленная зарядка, быстрая зарядка.

Актуальность темы. Электробусы можно классифицировать в зависимости от типа зарядки, который они используют. Сегодня существует несколько таких типов: с медленной (ночной) зарядкой в гараже (ОНС, overnight charging); с динамической зарядкой (подзарядка в движении, in-motion charging) (ИМС); с быстрой зарядкой на определенных точках маршрута (ОС, opportunity charging). Все из них можно производить в России, все из них актуальны и востребованы. В связи с этим рассмотрим плюсы и минусы каждой из зарядных станций.

Медленный способ зарядки: Этот метод уже используется в крупных городах России. Такие автобусы могут проехать более 150 километров без подзарядки. Городам не нужно устанавливать много зарядных станций, и часто дешевле заряжать автобусы ночью. Но при этом у медленной зарядки есть и минусы. Требуется много времени для зарядки - от 4 до 5 часов, что может быть неудобно для пассажиров. Кроме того, медленная зарядка сокращает срок службы батарей, которые имеют большой вес. Из-за веса батарей сами автобусы становятся тяжелее, что уменьшает количество места для пассажиров. И наконец, утилизация использованных батарей оказывает более вредное воздействие на окружающую среду, чем быстрая зарядка.

Динамическая зарядка[1]: Ключевой особенностью этого типа является то, что он не требует дополнительной мощности и инфраструктуры для зарядки аккумуляторов; для этих целей при проезде по маршруту с пассажирами используется уже существующая в городе контактная сеть. Эти транспортные средства могут проехать от 10 до 15 километров без необходимости подключения к электрической сети, что делает их идеальными для городов с уже существующей троллейбусной инфраструктурой. Они также обладают аккумуляторами средней емкости, которые обеспечивают запас хода до 25 километров и могут работать в более щадящем режиме. Кроме того, они не требуют дополнительного времени на зарядку и могут использовать уже существующую инфраструктуру, что делает их очень привлекательными для городов. Электрическое отопление и отопление салона не требуют использования дополнительных отопителей, работающих на дизельном топливе. Поэтому можно сделать вывод, что данный вид транспорта очень экологичен[2]. Создание распределенной нагрузки на городскую электросеть в течение суток является преимуществом электробусов с динамической зарядкой; благодаря контактными сетям, соединяющим подстанции, можно обеспечить устойчивое энергоснабжение. В этом и кроется главный недостаток этой технологии: такой вид зарядки можно использовать только в городах с существующей троллейбусной инфраструктурой, при этом не менее 30% длины маршрута должно проходить под контактной сетью, а значит, весь маршрут будет проходить по линии передач. Поддержание существующей сети инфраструктуры является дорогостоящим. Строить контактную сеть «с нуля» в городах, где она ранее отсутствовала, нецелесообразно ни с технической, ни с финансовой точки зрения.

Быстрая зарядка[3]: этот тип электробусов является одним из наиболее экономически эффективных и соответствует изменяющимся потребностям современных городов.. Время их зарядки составляет всего 5-10 минут. При регулярной подзарядке электробусы могут работать весь день без каких-либо ограничений по пройденному километражу. Электробусы Москвы проезжают до 300-400 километров в день, что дает городу возможность осуществлять перевозки непрерывно.

Этот тип электробусов оснащен батареями меньшего размера и веса: 1,5 тонны для электробусов с быстрой зарядкой по сравнению с 3-4 тоннами для электробусов с медленной зарядкой. Меньший вес батарей позволяет перевозить больше пассажиров за один раз. Таким образом, электробусы с быстрой зарядкой обладают большей вместимостью и грузоподъемностью, сравнимой с троллейбусами. Кроме того, небольшое количество батарей приводит к минимизации углеродного следа от утилизации батарей. Не стоит

забывать об устойчивости таких электробусов к низким температурам и общей приспособленности к требованиям современных городов[4].

Проблемы создания электробусов с быстрой зарядкой ложатся на производителей аккумуляторов. Для проведения большого количества подзарядок и непрерывной работы в течение дня требуются высокотехнологичные аккумуляторы. Совсем немного производителей, могут предложить одновременно безопасные и эффективные решения. Еще одна проблема таких электробусов — сильная привязанность к местной энергетической инфраструктуре. На пути всегда должна быть зарядная станция. Изменить маршрут электробуса в короткие сроки не получится.

Выводы: чтобы выбрать подходящую стратегию для развития зарядной инфраструктуры, нужно учесть шесть факторов. Каждый из них помогает определить, какую концепцию лучше использовать.

1. Вместимость депо: С учетом системы управления нагрузкой можно заряжать парк из 150 автобусов. Если такой системы нет, затраты на создание электросети увеличиваются из-за подключения к более высоким напряжениям. Также, депо в центре города могут иметь ограничения в вместимости.

2. Техническая возможность подключения зарядных станций к электросети на конечных станциях. Номинальная мощность зарядных станций составляет от 300 до 600 киловатт, что является минимальным требованием для быстрой зарядки автобусов.

3. Продолжительность цикла зарядки: Электробусам на конечных станциях требуется минимум 5 минут на зарядку, что нужно учитывать при планировании расписания движения.

4. Эффективность зарядки: Быстрая зарядка позволяет сократить время зарядки и увеличить количество автобусов на линии, но также может негативно влиять на срок службы батарей.

5. Стоимость: Стоимость инфраструктуры и самих автобусов может быть высокой, но в долгосрочной перспективе инвестиции могут окупиться за счет экономии на топливе и уменьшении выбросов вредных веществ.

6. Отставания по маршруту следования. Операторам автобусных парков, сталкивающимися с серьезными задержками на маршруте, рекомендуется к использованию модель ночной зарядки, так как данный подход не чувствителен к таким задержкам в отличие от подхода с быстрыми зарядными станциями. В итоге очень важно принять стратегическое решение, основанное на конкретных особенностях каждого города и оператора. Скорее всего, лучшим решением будет комбинация ночной зарядки и зарядки на конечных остановках.

Источники

1. Абдуллина А., Смирнов В., Алимова А., Калистратова А. Кравец А. Разработка экологически чистых механизированных поворотных парковок с маховичным накопителем энергии // IOP Conf. Ser.: Earth Environment. Sci. 677 052037, 2021.
2. Донченко В.В., Купавцев В.А. Анализ основных систем классификации продуктов персональной мобильности. Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2021; 18(3):252-263.
3. Деб, С., Калита, К. и Маханта, П. (2017). Обзор влияния станции зарядки электромобилей на электросеть. Международная конференция 2017 года по технологическим достижениям в области энергетики и энергетики (TAP Energy). IEEE, стр. 1-6. DOI: 10.1109/TAPENERGY.2017.8397215
4. Прусова В.И., Рахматулин Л., Пчелина М.В., Осипова Д.А. Современные тенденции и перспективы развития легкового транспорта в Москве // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. №1-1.
5. Малышев М. И. Инновации в области городского общественного транспорта и перспективы внедрения принципов новой мобильности // Научный вестник МГТУ ГА. 2022. №3.
6. Тодорут А., Кордос Н. и Иклюдан С. (2020). Замена дизельных автобусов электрическими автобусами для устойчивого общественного транспорта и сокращения выбросов CO₂. Польский журнал экологических исследований, том 29, № 5, стр. 3339-3351. DOI: 10.15244/pjoes/112899

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТОКАМАК КТМ

Султанова Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

rufinasultanova13@gmail.com

Науч. рук. кандидат техн. наук, доц. Федотов Е.А.

Экспериментальные исследования, проводимые на физических установках типа токамак, нацелены на изучение способов создания и механизмов длительного, стабильного поддержания реакции термоядерного синтеза. Для эффективной работы токамака необходима точная система измерения электромагнитных параметров, таких как магнитное поле, плотность плазмы и температура.

Ключевые слова: токамак, система измерений электромагнитных параметров, плазма, параметры, характеристики.

Научные исследования, которые проводятся на физических установках типа токамак, придерживаются цели изучить способы создания механизмов длительного, стабилизированного поддержания реакций термоядерного синтеза.

Токамак - это редкостная, выдающаяся установка, которая предназначена для решения конкретных исследовательских проблем. Проводимые эксперименты отличаются достигаемыми предельно допустимыми параметрами плазмы, а именно характеристиками магнитного поля для поддержания ионизированных газов, режимами управления параметрами плазмы, характеристиками систем измерения и т.д.[1].

В основном при формировании измерительных систем токамака всё внимание предоставляется системе измерения электромагнитных параметров (СИЭП). Данные, которые поступают от СИЭП, используются разом для регулирования формой, положением, током, теплообразованием и другими характеристиками плазмы в настоящем моменте времени, принимающих участие в процессе управления параметрами изучаемого объекта и гарантирующих резервирования экспериментальной информации.

Современные методы исследования на основе аналогового моделирования дает возможность на этапе планирования проекта разработки измерительной системы проводить испытания ее эксплуатационных алгоритмов и уточнять требования к составу[2].

Физическая установка токамак является одним из наиболее перспективных способов достижения контролируемой термоядерной реакции. Она использует мощные магнитные поля и плазму высокой плотности, чтобы создать условия, при которых атомные ядра объединяются и выделяют большое количество энергии.

Для эффективного функционирования токамака необходимо точное измерение и контроль магнитного поля. Для этой цели используется система измерения магнитного поля на основе датчиков, таких как радиочастотные магнитометры. Обычно они располагаются в различных точках устройства и позволяют измерить величину и распределение магнитного поля в плазме.

Измерение плазменной плотности является ключевым параметром для контроля и управления плазмой в токамаке. Для этой цели используется система измерения, основанная на зондовых датчиках, таких как плазменные резонансные зонды. Эти датчики позволяют определить плотность и потенциал плазмы в различных областях токамака. Зонды могут быть помещены непосредственно в плазму или вблизи нее для измерения ее параметров[3].

Фиксирование температуры плазмы является важным параметром для оценки её энергетических характеристик. Для этого можно использовать различные методы, включая спектроскопию эмиссии, лазерные диагностики и кинетические методы. Они позволяют определить распределение и характеристики температуры плазмы внутри токамака на основе измерения спектральных линий, испускаемых плазмой, измерения временных и пространственных распределений температуры плазмы[4].

После получения данных от СИЭП, они должны быть интегрированы и анализированы в режиме реального времени. Для этой цели используются специализированные программные пакеты и системы управления данными. Операторы токамака могут использовать эти системы для мониторинга и управления параметрами плазмы, принятия решений и корректировки экспериментальных условий.

СИЭП является неотъемлемой частью физической установки токамак КТМ. Эти данные играют важную роль в обеспечении стабильности и эффективности работы токамака, а также в исследовании термоядерной энергетики и разработке экологически чистых источников энергии на основе термоядерного синтеза[5].

Источники

1. Обходский А.В., Байструков К.И., Меркулов С.В. Система измерения электромагнитных параметров для электрофизической установки типа ТОКАМАК // Сборник трудов. Современная техника и технологии. СТТ-2006. Томск. 2006. —Т.2.- С. 98-100.
2. Соколов М. П., Автоматические измерительные устройства в экспериментальной физике. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1978. — 352 с.
3. Трубачев А.А., Обходский А.В. Разработка и реализация на программном языке Си алгоритма цифрового интегрирования сигналов с датчиков электромагнитной диагностики установки токамак КТМ // Современная техника и технологии: труды XV Международной научно-практ. конф. молодых ученых. - Томск. 2009.-Т. 2. - С.303-304.
4. Азизов Э.А., Велихов Е.П., Тажибаева И.Л. и другие, Казахстанский материаловедческий токамак КТМ и вопросы управляемого термоядерного синтеза. Алматы, 2006. - 236 с.
5. Обходский А. В. Разработка системы измерения электромагнитных параметров материаловедческого токамака КТМ. Приборы и техника эксперимента, 2008 [Электронный ресурс] <https://tekhnosfera.com/razrabotka-sistemy-izmereniya-elektromagnitnyh-parametrov-materialovedcheskogo-tokamaka-ktm> (дата обращения: 06.10.2023).

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Толочманова М.А.¹, Валиуллина Д.М.², Валиуллин С.Р.³

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹milena_tolochmanova@mail.ru, ²valiullinadiliya@mail.ru, ³save1313@mail.ru

В тезисе приведен анализ качества электроэнергии в системе электроснабжения. Измерение качества электрической энергии осуществляется с помощью специальных устройств и приборов. Существуют различные виды анализаторов электроэнергии. В процессе проверки выявляются параметры энергосистемы, которые анализируются на соответствие ГОСТам и нормативной документацией.

Ключевые слова: анализ, электроэнергия, система электроснабжения, качество электроэнергии.

Электроэнергия, в качестве товара, обладает специфическими свойствами, которые оказывают значительное влияние на экономику и производство. Она используется для создания других продуктов и играет важную роль в определении качества изделий. Качество электроэнергии (КЭ) определяется работой электроприемников при определенных параметрах, таких как напряжение, ток и частота. Параметры сетей также оказывают влияние на КЭ, а электроприемники могут быть подключены в разных точках. Например, напряжение на электроприемниках зависит от схемы и длины электросети. В свою очередь, потребители могут вносить искажения в напряжение, тем самым влияя на качество электроэнергии. Главным параметром для электроприемника является напряжение, поэтому все показатели качества электроэнергии (ПКЭ) представляют собой особенности напряжения.

В России КЭ в электросети общего назначения регламентируется межгосударственным стандартом ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Этот стандарт устанавливает требования к качеству электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения в России. Он определяет основные параметры и показатели качества электрической энергии, такие как напряжение, частоту, гармоники, перенапряжения и пробой напряжения, пульсации, колебания напряжения и другие параметры, которые должны быть соблюдены в электросетях.

ГОСТ 13109-97 также определяет методы измерения и оценки этих

параметров качества электрической энергии, а также предоставляет рекомендации по применению стандарта.

Проблемы с качеством электроэнергии в России связаны с несколькими факторами. Во-первых, старение и износ инфраструктуры электросетей, что приводит к возникновению перебоев в подаче электроэнергии. Во-вторых, недостаточное регулирование напряжения, что может вызывать повреждение электронной аппаратуры. В-третьих, проблемы с источниками питания, такие как отсутствие надежных резервных источников и неправильная синхронизация генераторов.

Такие низкие показатели качества электроэнергии негативно сказываются на работе промышленных предприятий, так как частые перебои в подаче электроэнергии могут вызывать остановку производства и потерю доходов. Кроме того, низкое качество электричества приводит к повышенному износу и выходу из строя электронных и микропроцессорных устройств, что требует дополнительных затрат на их ремонт или замену[1,2].

Для улучшения качества электроэнергии в России необходимо проведение комплексных мероприятий по модернизации и развитию электросетей, замене устаревшего оборудования, внедрению автоматических систем управления и контроля, а также повышению требований к качеству поставляемой электроэнергии со стороны энергетических компаний.

Кроме того, важно улучшить мониторинг и контроль качества электроэнергии, чтобы оперативно реагировать на возможные отклонения и предотвращать серьезные последствия для промышленности и потребителей электроэнергии. Это может включать в себя создание специальных лабораторий и центров по контролю качества электричества, а также внедрение новых технологий и методов анализа.

Только при условии решения этих проблем можно говорить о повышении качества электроэнергии в России, что приведет к улучшению технико-экономических показателей эксплуатации промышленных электроприемников и общему развитию электроэнергетики в стране.

Качество электроэнергии также называется "электромагнитной совместимостью" – способность электрической установки работать в среде электромагнитного излучения, не создающей помех другим электрическим приборам. Она представляет собой резкое изменение напряжения в сети, превышающее допустимый предел (тысяча вольт) или превышающее его. В соответствии с действующими нормами, допустимые отклонения напряжения не должны превышать номинальное значение.

Устройства, способные анализировать качество электроэнергии и исправлять ее искажения, являются важным инструментом для контроля качества энергии в электрической сети.

Применяются стандарты и нормативы для определения приемлемых уровней гармонических искажений и других параметров электрической энергии с целью обеспечения контроля ее качества.

Стандарты обеспечения качества электроэнергии утверждают список требований к характеристикам и параметрам электроэнергии, необходимым для обеспечения систем электроснабжения электроэнергией. Эти стандарты определяют допустимые уровни напряжения, частоты, гармонических искажений, перенапряжения и других параметров, которые влияют на работу электрооборудования и обеспечивают безопасность людей и имущества. Также стандарты устанавливают типы методов измерения и оценки качества электроэнергии, а также требования к компетенции испытательной лаборатории, проводящей такие исследования[3].

Контроль качества электроэнергии – процедура обеспечения стабильной и надежной работы электрооборудования, которая позволяет решить споры, возникшие с поставщиком электроэнергии. Работы для оценки качества электроэнергии производятся компаниями, имеющими лицензию на данную деятельность. Процедура контроля качества электроэнергии играет важную роль в обеспечении стабильной и надежной работы электрооборудования и защите интересов потребителей электроэнергии.

Источники.

1. Воркунов О. В., Галимова Г. Ф. Автоматизированная система учета расхода электрической энергии и контроля показателей ее качества // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации, Ростов-на-Дону, 10 июня 2023 года. – Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2023. – С. 109-111.

2. Воркунов О. В. Надежность автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии / О. В. Воркунов, Г. Ф. Галимова // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 191-194.

3. Хилажев Т. И., Валиуллина Д. М., Хайретдинов Р. М. Системы контроля качества электрической энергии // Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021.

4. Галиев Р. И. Анализ топологии многоуровневого графа при формировании схем электроснабжения для различных категорий потребителей

/ Р. И. Галиев, И. Ф. Галиев // Энергетик. – 2023. – № 3. – С. 23-27.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ РЕЛЕ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Хайруллин А.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

hartum01@gmail.com

Науч. рук. к.т.н. Гаврилов В.А.

В данной работе описано исследование применения программируемых реле (ПР) в системе автоматизации промышленного предприятия. Описаны основные преимущества и функциональные возможности программируемых реле, а также рассматриваются примеры их применения в различных сферах промышленности. Проведен анализ технического и экономического аспектов использования программируемых реле, а также проблемы и области потенциального развития этой технологии.

Ключевые слова: программируемое реле, система автоматизации промышленного предприятия, функциональные возможности, экономический аспект, технологическая проблема.

Системы автоматизации играют важную роль в повышении эффективности и надежности промышленных предприятий. Программируемые реле являются одним из ключевых элементов таких систем. Программируемое реле (ПР) – это электронное устройство, предназначенное для управления и контроля различных процессов в автоматизированных системах. ПР состоит из программного и аппаратного компонентов. Он оснащен специальным программатором, который позволяет настраивать и изменять логику работы реле в соответствии с определенными требованиями и задачами. Главная особенность программируемых реле заключается в возможности программируемого управления. С помощью программирования можно определить условия, при которых ПР будет реагировать на входные сигналы и выполнять нужные операции или изменения. Таким образом, программирование дает возможность настроить ПР под конкретные задачи и требования системы автоматизации. Преимущества использования программируемых реле включают гибкость, простоту настройки, интеграцию с другими системами автоматизации и высокую надежность. Они могут использоваться для управления оборудованием, контроля процессов, реализации систем безопасности и других автоматизированных функций на промышленных предприятиях.

Гибкость ПР позволяют настраивать и изменять логику управления без необходимости внесения физических изменений в систему. Простота настройки ПР обеспечивают интуитивно понятный интерфейс программирования, что упрощает настройку и изменение принципов управления. Интеграция ПР могут быть легко интегрированы с другими системами автоматизации, такими как программируемые логическими компьютерами (ПЛК), контроллеры и промышленные компьютеры. ПР обладают высокой степенью надежности и устойчивости к вне.

Функциональные возможности программируемых реле: Управление контактными элементами. ПР могут управлять реле и контакторами, что позволяет реализовывать различные операции включения и выключения; Отслеживание состояния. ПР могут контролировать состояние входных и выходных сигналов, что позволяет автоматически реагировать на изменения условий; Логические операции. ПР поддерживают выполнение логических операций, таких, как И, ИЛИ, НЕ, что позволяет строить сложные логические схемы.

Программируемые реле успешно применяется для автоматизации и управления пневматическими и гидравлическими системами, системами контроля и положения двигателей, а также для реализации безопасности на производстве. Благодаря ПР также возможно проводить контроль различность процессов и регулировку таких показателей как температура, давление, уровень жидкости и другие процессы.

Программируемые реле позволяют позитивно повлиять на экономический аспект предприятия благодаря следующим преимуществам данной технологии: ПР позволяют уменьшить объем проводки, поскольку они позволяют объединить несколько функций и устройств в одном компактном устройстве. Это помогает снизить расходы на материалы и установку; Программируемые реле обеспечивают более быструю обработку данных и выполняют операции управления намного быстрее, чем традиционные реле и системы. Это позволяет повысить производительность и эффективность работы на промышленном предприятии; ПР предоставляют возможности мониторинга и диагностики, упрощающие обслуживание и обнаружение проблем. Это помогает сократить время простоя оборудования и снизить затраты на обслуживание и ремонт.

Несмотря на множество преимуществ, существуют и некоторые недостатки данной технологии. Одним из таких можно назвать необходимость поиска и трудоустройства специалистов по программированию данной технологий. Создание и настройка программ для ПР требует определенных навыков и знаний, из-за чего возникают дополнительные расходы для создания новых кадров на предприятии, что ведет к дополнительным расходам. Еще одной проблемой использования программируемых реле можно назвать

проблему совместимости и стандартизации. Дело в том, что различные производители ПР могут использовать разные языки программирования и протоколы обмена данными, что создает сложности совместимости и интеграции с другими системами автоматизации.

Заключительной проблемой является необходимость поддержки и обновления программируемого реле, а также со временем требования к функциональности изменяются, потому необходимы специалисты, способные не только разработать программу для данной технологии, но и поддерживать её рабочее состояние.

Таким образом, применение программируемого реле в системе автоматизации промышленного предприятия способно существенно повысить её эффективность. Данный эффект достигается благодаря гибкости и простоты настройки программируемого реле, легкой интеграции в систему автоматизации промышленного предприятия, а также высокой надежности работы данной технологии.

Источники

1. Иванова А.С., Ковалева М.С., Романова А.Т., Образцов С.А. Реализация аналоговых входов/выходов программируемого реле // сборник трудов XII международной научно-технической конференции. – Смоленск: Б. и., 2022. – С. 116-120.

2. Валиуллин Н.Т. Оптимизация управления резервным вводом на основе программируемого реле // Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 132-135.

3. Пашковский М.Р., Сафронов Е.В., Носко А.Л. Разработка концепции системы управления конвейерами для паллета на базе программируемых реле // Материалы международной научно-практической конференции. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. - С. 187-190.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Хакимзянов Э.Ф.¹, Агзамов М.Ф.², Зиннатов И.Р.³

^{1,2,3}ООО ИЦ «ЭнергоРазвитие», г. Казань, Россия

agzamovmf@energo-razvitie.ru

Тепловые модели, применяемые при эксплуатации трансформаторов максимально упрощены и в качестве исходных данных используют паспортные данные трансформатора, в таких математических моделях трансформатор рассматривается как система трех однородных тел: обмотки, масла и магнитопровода, например, такая модель принята за основу в нормативных документах ГОСТ 14209-85 и МЭК 354. Но, в силу своего упрощения, эта модель не учитывает многие факторы, влияющие на нагрев и соответственно на допустимую нагрузку на трансформатор. Поэтому, актуальной является разработка методики, позволяющей идентифицировать параметры математической тепловой модели силового трансформатора под типоразмер и фактические условия работы непосредственно на объекте. Адаптированная тепловая модель трансформатора позволяет определить допустимую нагрузку и максимально использовать возможности силового оборудования, не перегружая его и не сокращая при этом ресурс.

Ключевые слова: цифровая модель трансформатора, цифровой двойник, математическая модель.

Электроэнергетика является областью с высокими требованиями к надежности, устойчивости, безопасности и качеству вырабатываемой электроэнергии, а также областью, где дефекты и отказы обходятся крайне дорого.

Одна из задач цифровой трансформации электроэнергетики – внедрение предсказательного обслуживания силовых трансформаторов. Актуальность данной задачи связана с тем, что отказ трансформатора ведет к тяжелым последствиям, а восстановление его работоспособности требует длительного времени.

По статистике более половины отказов трансформаторов (т.е. отказов, при возникновении которых дальнейшая эксплуатация трансформатора невозможна) приходится на следующие виды конструктивных узлов: обмотки, устройство РПН (регулирование напряжения трансформатора) и высоковольтные вводы. Соответственно в первую очередь необходимо разрабатывать методы диагностики именно этих систем трансформатора.

На данный момент обслуживание трансформаторов производится по плано-предупредительной стратегии (примерно раз в три года текущий ремонт и раз в 12 лет капитальный ремонт). Во-первых, эта стратегия не исключает отказов; во-вторых, переход на предсказательную стратегию позволит снизить материальные затраты и повысить отказоустойчивость оборудования. Наиболее распространенными причинами возникновения отказов являются: изменение свойств конструкционных материалов (старение) – 21,6%, заводские дефекты конструкции и изготовления – 19,4% и недостатки эксплуатации – 16,8%. Ряд причин отказов можно избежать или снизить их последствия, внедрив умную систему мониторинга с предсказательным обслуживанием.

Состояние технических устройств определяется не только их сроком службы, но и условиями эксплуатации. Одной из ключевых задач в обеспечении надежного и экономичного функционирования объектов электроэнергетики является задача управления жизненным циклом оборудования.

Для этапа становления диагностики в электроэнергетике характерным являлось накопление статистики по отказам и видам неисправностей, обобщение опыта эксплуатации электрооборудования различных типов. При этом приоритетными задачами диагностики являлись:

- анализ функционирования технических устройств электроэнергетики с целью определения информативных диагностических параметров и их предельно-допустимых значений;
 - выделение элементов технических устройств и связей между
 - определение и описание возможных состояний объектов диагностики (возможных комбинаций отказов элементов);
 - анализ технических возможностей контроля признаков, характеризующих состояние объекта диагностики;
 - сбор и статистическая обработка информации, позволяющей определить распределение вероятностей возможных состояний объекта диагностики, а также закономерности отказов его отдельных элементов;
 - сбор экспериментальных данных о затратах, связанных с проведением диагностических испытаний электрооборудования;
- разработка методов и технических средств контроля и диагностирования оборудования.

Для повышения эффективности и точности прогнозирования или в случаях отсутствия достаточного количества данных разрабатывается виртуальная модель физического актива. Цифровой двойник моделирует рабочие состояния, процессы и жизненный цикл актива и позволяет

сгенерировать датасеты любого объема, которые трудозатратно получить в реальности.

Решением этой проблемы является создание виртуальной модели физического актива – цифрового двойника. Для создания цифрового двойника специалисты исследуют физику работы физического объекта или системы и разрабатывают математическую модель, имитирующую реальный объект. Цифровой двойник получает обратную связь от датчиков, которые собирают сигналы с реального оборудования, таким образом имитируя состояние объекта в режиме реального времени.

Цифровой двойник моделирует рабочие состояния, процессы и жизненный цикл актива и позволяет сгенерировать данные любого объема, которые трудозатратно получить в реальности. Цифровой двойник может быть сравнительно простым или очень сложным, соответственно иметь разную точность детализации процессов моделируемого объекта, в зависимости от потребностей.

Источники

1. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ, 2014 – 7 с.

2. Правила устройства электроустановок. – 7 изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ВИДЫ СИСТЕМ МИКРОГЕНЕРАЦИИ

Хамидуллин А.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Hamidullin.01@list.ru

Науч. рук. доц. Петров Т.И.

В тезисе приводятся данные о перспективах применения микрогенерации на базе ВИЭ в России и мире, приводятся сведения о нормативном обеспечении микрогенерации на базе ВИЭ в нашей стране.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, управление в микрогенерации, системы управления.

Внедрение передовых технологий в нашу жизнь подразумевает использование «чистой» («зеленой») энергии и достижение углеродной нейтральности[1]. Так в нашей стране достичь углеродной нейтральности планируется к 2060 году, что нашло своё отражение в Стратегии социально-экономического развития РФ. Действенным инструментом снижения потребления энергоресурсов и выбросов загрязняющих веществ является перевод энергоснабжения на объекты микрогенерации, основанные на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ).

Микрогенерация на базе солнечной энергии нашла широкое распространение в индивидуальном жилищном строительстве, особенно в зарубежных странах. Так на данный момент доля солнечной энергии в выработке мировой электроэнергии составляет – 2,6%, а к 2050 году это значение прогнозируется в районе 25%. Другим видом ВИЭ являются ветряные генераторы, которые также нашли широкое применение, как в индивидуальном жилищном строительстве, так и в других отраслях[2].

Важной вехой развития микрогенерации на основе ВИЭ в нашей стране стало вступление в силу Федерального закона 471-ФЗ, который установил за физическими и юридическими лицами, имеющим объекты микрогенерации, право на передачу излишков электроэнергии в сеть. В марте 2021 года постановление Правительства РФ №299 определило особенности правового регулирования отношений пользователей объектов микрогенерации с сетевыми и энергосбытовыми компаниями[3].

Энергия, выработанная микрогенератором в первую очередь, идёт на покрытие нагрузки потребителя, а излишек энергии поступает во внешнюю сеть, играющую роль внешнего накопителя энергии. Однако данную схему

можно использовать только для индивидуальных жилых построек, т.к. на многоквартирные дома это не распространяется.

Технологически можно выделить несколько основных систем:

автономные системы электроснабжения на основе ВИЭ:

гибридные системы электроснабжения с дублирующими дизельными электростанциями;

гибридные системы электроснабжения с совместной ветро-солнечно-дизельной генерацией.

В автономных системах электроснабжения на основе ВИЭ электропотребление и энергетический потенциал имеют переменный график, поэтому в состав системы входит устройство накопления электроэнергии, автономный инвертор питается от аккумуляторной батареи, а пиковая мощность нагрузки определяется мощностью накопителя и инвертора. Для управления энергетического комплекса необходима интеллектуальная система управления, которая позволит обеспечить энергоэффективный режим функционирования оборудования [4].

Известен и вариант энергокомплекса, включающего в себя два источника питания. Применение двух энергоисточников обусловлено возможностью каждого источника покрывать в определенные моменты времени потребности электрической нагрузки, что позволяет максимально заместить дизельную электростанцию энергией ВИЭ.

Дальнейшим этапом развития интеллектуальных гибридных систем электроснабжения является использование инверторных ДЭС [5]. В гибридных системах электроснабжения могут также использоваться шины постоянного тока, которые позволяют объединять энергоисточники различной физической природы.

В гибридных системах электроснабжения с совместной ветро-солнечно-дизельной генерацией ДЭС рассматривается как основной источник электроэнергии, ВИЭ позволяют экономить часть топлива. Т.е. ветровые и солнечные электрические станции включаются в сеть ДЭС. К достоинствам данных энергетических комплексов следует отнести его простоту, а недостатком является сравнительно небольшой объём замещения ДЭС.

В заключении следует отметить, что микрогенерация на базе ВИЭ является перспективным направлением развития электроэнергетики, что подтверждается развитием правовой базы, а также методов и практики диспетчеризации и управления в микрогенерации.

Источники

1. Выбор и оптимизация конструктивных параметров обратной электрической машины возвратно-поступательного движения / А. Р. Сафин, И. В. Ившин, А. М. Копылов [и др.] // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2017. – № 3. – С. 10-16.
2. Система привода и нагружения испытательного стенда для электрических машин возвратно-поступательного действия / Р. Р. Гибадуллин, А. М. Копылов, И. В. Ившин [и др.] // Энергетика Татарстана. – 2016. – № 1(41). – С. 22-25.
3. Диагностика трансформаторов на основе измерений пробивного напряжения трансформаторного масла / Н. В. Денисова, Р. Р. Гибадуллин, Л. В. Долманюк, А. Р. Сафин // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. – 2017. – № 3. – С. 73-76. – DOI 10.24160/1993-6982-2017-3-73-76.
4. Методика оценки результатов диагностики кабельных линий среднего напряжения с применением вероятностной модели надежности / Н. К. Мифтахова, И. В. Ившин, В. А. Гаврилов, Р. А. Гимадиев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 5-6. – С. 114-118.
5. Комплексный метод оценки технического состояния электрооборудования / Т. И. Петров, Р. У. Галеева, А. Р. Сафин, Л. В. Долманюк // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: материалы Международной научно-практической конференции, Альметьевск, 25–28 октября 2017 года / Альметьевский государственный нефтяной институт. Том 3, 2018. – С. 27-31.
6. Повышение точности расчета эквивалентных сопротивлений систем электроснабжения промышленных предприятий / Е. И. Грачева, А. Н. Горлов, З. М. Шакурова, Т. В. Табачникова // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 545-549.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДООБРАЗОВАНИЕМ

Хамидуллин И.Н.¹, Маслов С.Ю.¹

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Казань, Россия

¹ildar.ildar-xam2017@yandex.ru

Науч. рук профессор Гильфанов К.Х.

В период с осени вплоть до конца зимы, происходят не однократные изменения температур, влажности, скорости ветра. На ВЛЭП возникает проблема гололёда образования, которая затрудняет передачу энергии, или же полностью прекращает передачу электроэнергии от электростанции к потребителю. В данном тезисе рассматривается одна из важнейших проблем возникающих на ВЛ. В тезисе обозревается устройство для удаления наледи с помощью нагрева провода электрическим током, а также передачу данных содержащих информацию о состоянии линий по беспроводному каналу на диспетчерский пульт.

Ключевые слова: ВЛЭП, провода, тросы, мобильная система плавки гололеда, система мониторинга гололедообразования.

Воздушные линии электропередач используются для передачи электроэнергии на большие расстояния, и соединяют между собой электростанции с конечными потребителями. В период с осени и до весны при смене погоды происходит обмерзание и обледенение высоковольтных линий (ВЛ) является одной из важнейших и непредсказуемых проблем при эксплуатации линий электропередач в нашей климатической полосе. Основной задачей распределительных сетевых компаний является обеспечение надежности электроснабжения потребителей, а одним из основных критериев надежности электроснабжения является организация возможности своевременного устранения наледи и обледенения на ВЛ-110 кВ до повреждения или выхода из строя линий и, как следствие, отключения электроэнергии в жилых и промышленных районах[1]. Для воздушных линий гололёдно-изморозевые отложения (ГИО) представляет серьезную опасность. ГИО вызывает:

– опасное сближение проводов и тросов из-за их провисания, вызванного обледенением при образовании гололеда;

- тряска (раскачивание) кабелей и проводов, приводящая к соединению фазных проводов и образованию короткого замыкания и, в некоторых случаях, к повреждению креплений, изоляторов, и повреждению несущей арматуры;
- механическая перегрузка кабелей и проводов, приводящая непосредственно к обрыву проводов в одном или нескольких пролетах ВЛ;
- повреждение опор ЛЭП из-за обрыва проводов и кабелей, вызванного обледенением. Также при перегрузке происходит отклонение положения опор, что позже может вызвать серьезную аварию на линии ВЛ.



Рис. 1. Мобильная система плавки гололеда

Для поддержки работоспособности воздушных линий электропередач и бесперебойной передачи электроэнергии конечным потребителям, на базе Казанского государственного энергетического университета была создана мобильная система плавки льда (рис 1,2) подключенная к системе мониторинга гололеда (СМГ). С помощью данной системы можно контролировать ВЛ и вовремя устранять проблему до серьезной аварии; СМГ содержит ряд датчиков, сообщающих об изменениях температуры провода и окружающей среды, изменениях влажности, угле провисания провода, протекании тока и т.д. (рис 2). Он также включает модуль беспроводной связи для беспроводного соединения с блоком обработки и анализа данных.

На основании полученных данных можно определить вероятность появления аварии на линии, или спрогнозировать обмерзание провода, чтобы заранее направить СМГ для удаления гололеда на линии до ее обрыва. Так же появилась возможность в реальном времени следить за сохранностью линии от вандалов, так как наши датчики фиксируют вибрацию от режущего инструмента. Обнаружить вандалов можно с точностью до 1 пролета (рис 3).



Рис. 2. Панель управления системы мобильной плавки гололеда



Рис. 3. Датчик контроля состояния провода

Таким образом решением одной из важнейших проблемы, возникающей при эксплуатации высоковольтных линиях электропередач, выступает возможность своевременно спрогнозировать образование льда на проводе, а также контролировать перегрузку провода с помощью датчиков которые показывают угол провиса провода в реальном времени, организовать удаление гололедоизморозовых отложений (ГИО) на проводах ВЛ 0,4-6-10 кВ. Используя данную систему, мы можем более качественно передавать энергию объектам, которые нуждаются в бесперебойной передачи электроэнергии такие как: системы жизнеобеспечения, диспетчерские аэропортов, и другие не менее важные объекты.

Источники

1. Стороженко Д. Ю., Рыжков А.В. Совершенствование методики применения устройств встроенной диагностики контактной сети // Известия Транссиба. 2016. №4

КОНТРОЛЬ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Хасанова А.Х.¹, Вахитов Х.Ф.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹a.h.khasanova@yandex.ru, ²lilah20@mail.ru

Науч. рук. доц. Гаврилов В.А.

В тезисе предложен способ контроля системы смазки поршневого компрессора, основанный на применении датчиков давления и температуры. Предложена логика обработки поступающих сигналов контроллером.

Ключевые слова: поршневой компрессор, система смазки, давление, температура.

Мониторинг, диагностика и контроль технического состояния компрессоров важен по причине того, что их показатели достигают предельных значений, а последствия аварий приобретают все более серьезный и даже катастрофический характер. Использование комбинаций датчиков и современных технологий дает возможность получать данные об оборудовании в режиме реального времени, позволяя обнаруживать и устранять неполадки до того, как проблема станет серьезной.

Одними из главных частей компрессора являются цилиндры и кривошипно-шатунный механизм, которые сильно изнашиваются при нарушении смазывания. Смазка является одним из наиболее важных элементов в функции воздушного компрессора. Смазка обеспечивает плавное, неагрессивное движение по всем внутренним металлическим деталям и соединениям[1]. Без смазки между соприкасающимися металлическими поверхностями возникает натяжение, приводящее к коррозии деталей и соединений. Однако даже при наличии смазки она может потерять свою вязкость и стать коррозионной, если состарится[2]. О состоянии масла можно судить по измеренному давлению и температуре. Пониженное давление может быть сигналом низкого уровня масла, засора масляного фильтра. Повышение температуры свидетельствует о недостатке масла, его загрязнении.

Проводить частые измерения силами внешних служб контроля и диагностики экономически неоправданно, эти задачи должен выполнять дежурный персонал или автоматизированные средства мониторинга, не требующие участия оператора. Полученная информация о состоянии работающих агрегатов должна быть доступна не только дежурному персоналу, который управляет их работой, причем без задержек во времени, так и персоналу, который выполняет работы по обслуживанию и ремонту.

В компрессоре ВШВ 3-100 температура масла не должна превышать 90°C, давление масла в системе смазки должно находиться в пределах 0,1 – 0,5 МПа. Для измерения температуры масла выбран термометр сопротивления марки Овен ДТС035-РТ100 с диапазоном измеряемых температур -60...+500°C. Для контроля давления выбран тензорезисторный измерительный преобразователь давления марки СДВ-И-16-4-20мА-D3422-0605-3 с пределом измерения 1,6 МПа. Сигналы с датчиков поступают и обрабатываются логическим контроллером Modicon M241.

Данные поступающие с датчика обрабатываются контроллером. Сначала происходит сравнение с величинами, близкими к граничным. Если выхода за их пределы нет, то процесс повторяется. В ином случае происходит сравнение с граничными значениями. Если измеренная величина выходит за пределы, то компрессор останавливается. В ином случае срабатывает предупреждающая светозвуковая сигнализация. Пример логики обработки поступающего сигнала представлен на рисунке.

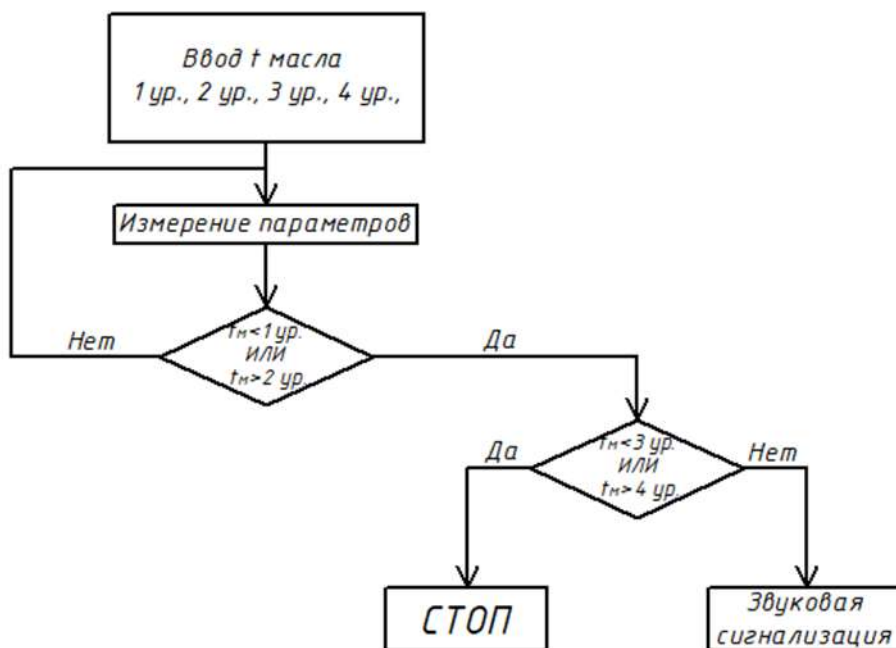


Рис. Логика обработки показаний с термопреобразователя

Современная технология мониторинга дает возможность обнаруживать развивающиеся отказы и вмешиваться до того, как возникнет возможность поломок.

Источники

1. Система смазки поршневого компрессора. Студопедия [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/14_5284_usloviya-szhatiya-gaza-v-porshnevih-kompressorah-politropniy-protsess.html (дата обращения: 05.09.2023).

2. Industrial air compressor preventative maintenance. [Электронный ресурс]. URL: <https://mi-air.com/industrial-air-compressor-maintenance/> (дата обращения: 06.09.2023).

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ИЛЛЮСТРИРОВАНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВЕРХНЕГО УРОВНЯ АСУ ТП

Шайдуллин Ф.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Fail1999@yandex.ru

Науч. рук. доц. Петров Т.И.

В данной работе исследуется применение нейросетей для иллюстрации диспетчерского интерфейса. Традиционные методы разработки интерфейса требуют значительных усилий и времени. В данной работе предлагается новый подход, основанный на использовании нейросетей для автоматического создания интерфейса иллюстрации диспетчерского интерфейса.

Ключевые слова: Автоматизация, верхний уровень, нейросети, интерфейс, диспетчерская, промт, Midjourney

Традиционно разработка интерфейса верхнего уровня АСУ ТП требует значительных усилий и времени от специалистов в области дизайна и программирования. Отображение информации и взаимодействие с системой должны быть интуитивными и эффективными, чтобы операторы могли эффективно управлять технологическим процессом.

Использование нейросетей для рисования интерфейса верхнего уровня автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) представляет собой инновационный подход, который может значительно улучшить процесс взаимодействия оператора с системой. Нейросети предлагают новый подход к рисованию интерфейса верхнего уровня АСУ ТП, основанный на обучении моделей глубокого обучения на больших объемах данных. Нейросети могут анализировать и извлекать основные характеристики данных, а также учитывать предпочтения и потребности операторов[1-4].

Для реализации данной идеи были использованы существующие графические нейросетями, такие как midjourney, stable diffusion и др. Работа с любыми нейросетями заключается в формировании запроса, который называется «промт». Для генерации изображений был использован сайт Leonardo.ai, который использует для генерации изображений популярные нейросети. Промты были сформулированы на русском языке и переведены на английский, так как нейросети лучше распознают английский язык. Для перевода промтов был использован сайт Promt.one.

Как показывает практика, графические нейросети не имеют достаточной информации, чтобы работать напрямую с научными и инженерными терминами, то есть AI не понимает такие слова как «SCADA», «АСУ ТП», «верхний уровень». При запросе «Supervisory control and data acquisition, scada system, scheme, diagram, control room interface on screen» нейросеть выдает более художественные изображения (рис. 1), нежели инженерные.



Рис. 1. Изображения по запросу «Supervisory control and data acquisition, scada system, scheme, diagram, control room interface on screen»

Например, вместо точных схем и диаграмм системы SCADA, нейросеть может создавать более абстрактные и художественные изображения, которые могут быть интересны с эстетической точки зрения, но не соответствуют инженерным требованиям.

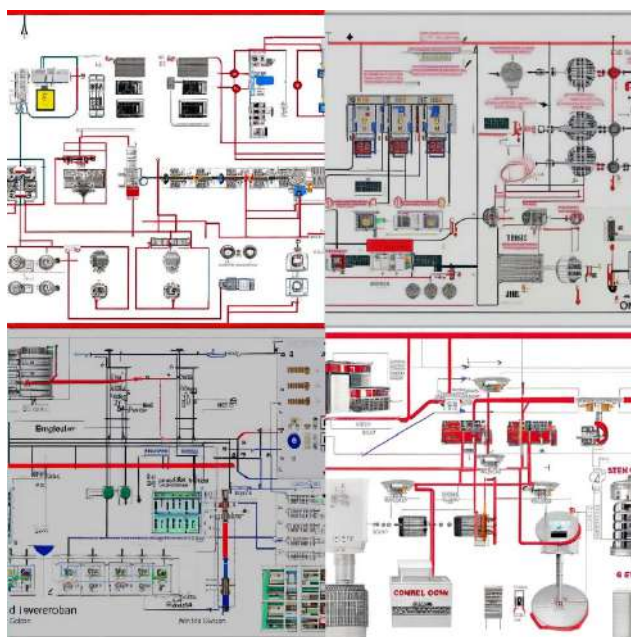


Рис. 2. Изображения по подробным запросам

Это может быть связано с тем, что графические нейросети обучаются на большом объеме разнообразных изображений, и их понимание технической терминологии ограничено.

Если нейросети сформулировать максимально подробный промт, используя простые и понятные слова, то в итоге получим более правдоподобные результаты (рис. 2). Нужно чтобы промт был объемным к деталям, запрос должен содержать подробности мнемосхемы, который мы хотим получить в итоге.

Таким образом, на сегодняшний день использовать нейросети для иллюстрирования диспетчерского интерфейса верхнего уровня АСУ ТП нецелесообразно, однако есть предпосылки для развития в данном направлении, что существенно снизит затраты на разработку.

Источники

1. The use of a digital controller in the loading system of the test bench to improve the accuracy of simulating the modes of oil pumping units / T. Petrov, V. Kornilov, A. Safin [et al.] // E3S Web of Conferences, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. – Saint-Petersburg, 2020. – P. 01072. – DOI 10.1051/e3sconf/202022001072.

2. Forecasting technical state and efficiency of electrical switching devices at electric complexes in oil and gas industry / T. V. Tabachnikova, E. I. Gracheva, O. V. Naumov, A. N. Gorlov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Almetьевsk, Republic of Tatarstan, 12–14 февраля 2020 года. – Almetьевsk, Republic of Tatarstan, 2020. – P. 012014. – DOI 10.1088/1757-899X/860/1/012014.

3. Control station based on synchronous motors / T. I. Petrov, A. R. Safin, I. V. Ivshin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Kazan, 29 октября – 02 2018 года. Vol. 288. – Kazan: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012111. – DOI 10.1088/1755-1315/288/1/012111.

4. Development of a method and algorithm for inhibiting an automatic transfer switch of the circuit breaker for a sustained short-circuit / I. N. Fomin, R. P. Belikov, T. A. Kudinova, N. K. Miftakhova // E3S Web of Conferences, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. – Saint-Petersburg, 2020. – P. 01011. – DOI 10.1051/e3sconf/202022001011.

APPLICATION OF DANFOSS ECL COMFORT CONTROLLERS IN WATER HEATING SYSTEMS

Tsvetkova A.A.

FSBEI of HE «KSP-EU», Kazan, Russia

negradant@mail.ru

Scientific adviser: associate professor Artamonova E.V.

The article describes an example of replacing traditional pool water heating systems with the use of discrete valves controlled based on the water outlet temperature, with a full-fledged control system that includes protection against overheating, resulting in improved energy efficiency.

Key words: regulator, regulating valve, temperature control, automatic control, pool.

The temperature of water in any system is subject to decrease due to several reasons. For example, in a swimming pool, it decreases due to heat transfer through the walls of the pool and strong evaporation from the surface. The rate of temperature decrease depends on the external temperature and the number of swimmers present.

Traditionally, the temperature of water is maintained using heat exchangers and regulators that ensure the desired temperature level at the outlet of the heat exchanger, which does not necessarily correlate with the temperature of the water in the pool. The measurement of the supplied water temperature is taken at the outlet of the heat exchanger and it can greatly differ from the temperature of the water in the pool itself. An example of such a scheme is shown in Figure 1. Here, the water in the pool basin (B) circulates through the heat exchanger with the help of a pump (P). The temperature regulator used in this case measures the water temperature through a sensor (S) and sends a command to open the valve (V), which operates in only two modes - open or closed. During this time, the heat transfer fluid circulates through the heat exchanger, heating the water, and once the desired temperature is reached, the valve closes. It should be noted that the temperature of the water in the pool basin and at the outlet of the heat exchanger can differ significantly.

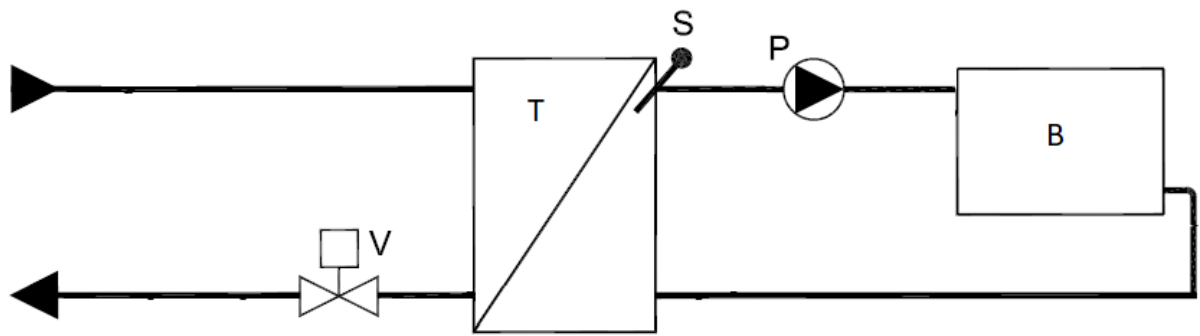


Figure 1. Traditional water heating scheme.

An alternative solution for this system could be the use of the ECL Comfort controller produced by Danfoss in combination with a regulating valve. In this case, the controller is applied according to the scheme shown in Figure 2.

The controller includes a whole set of temperature sensors (S) installed at the outlet of the heat exchangers, allowing for the maintenance of any optimal water heating mode. The upper part of the scheme ensures the required temperature of the heating radiators depending on the external temperature, while the lower part ensures the temperature of the hot water [1].

The controller that ensures the maintenance of the water temperature at the outlet of the heat exchanger is connected to a unified information management network for the swimming pool. This allows for adjustments to be made to the setpoints.

The most optimal solution would be to use a controller with a hot water heating system. In this case, the water temperature assessment is carried out by a sensor installed in the water returning from the pool (S13), while the temperature of the maintained water is monitored by a sensor (S4) [2].

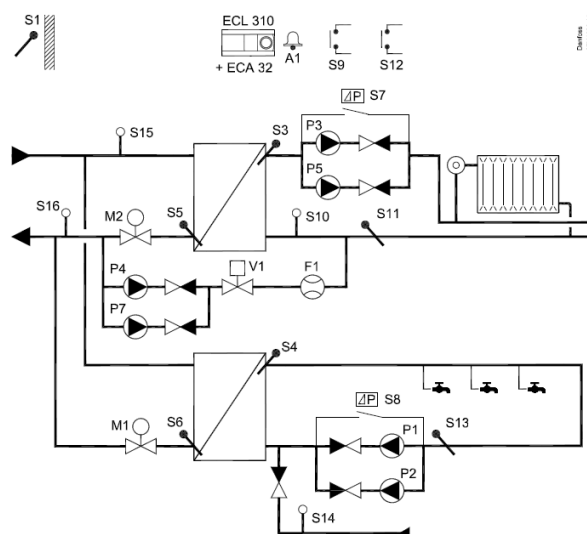


Figure 2. Typical operating scheme of the ECL Comfort controller.

The regulation process involves measuring the water temperature in the pool, comparing it with the desired temperature, and calculating the required temperature at the outlet of the heat exchanger. If the temperature exceeds the setpoint, the system aims to cool the water by reducing the temperature of the supplied water. Conversely, if the temperature decreases, the system aims to heat the water by increasing the temperature of the supplied water.

The M1 controller is almost always in operation. The regulation is carried out smoothly rather than abruptly, which allows for maximum energy efficiency to be achieved.

References

Malev N.A., Pogoditsky O.V., Tsvetkov A.N. Synthesis and implementation of a high-order digital controller on a programmable logic controller. In Proceedings of the IX International (XX All-Russian) Conference on Automated Electric Drive AEP-2016. 2016. pp. 187-190.

Doan Ngo Shi, Tsvetkov A.N. The use of power supply system elements as parameter sensors in automated control systems. IV International Scientific and Practical Conference "Achievements, Problems and Prospects of the Oil and Gas Industry Development." Almet'yevsk, October 16-18, 2019.

НАПРАВЛЕНИЕ 4: ТРАНСФОРМАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ЭКОНОМИКА, ПОЛИТИКА, ПЕДАГОГИКА, КОММУНИКАЦИИ

УДК 620.9:330.322.1

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ PAVEGEN

Абдуллина А.А.¹, Мугинов А.М.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

azalkaabdullina69826@gmail.com¹, aqwewerr@gmail.com²

Науч. рук. доц. Зинуров В.Э.

В тезисе рассмотрены различные источники энергии: традиционные и альтернативные. Более подробно рассмотрен способ получения энергии благодаря плитки-генератору от компании Pavegen. На ее примере посчитана цена потребления энергии на определенное количество Вт за день, а также произведено сравнение с традиционными источниками энергии.

Ключевые слова: энергетика, альтернативных источников энергии, Pavegen, экономика.

С каждым годом наблюдается постоянный рост выработки энергии в России. Большая часть этой энергии получается благодаря традиционным источникам энергии, таких как гидроэлектростанции (ГЭС), тепловые станции (ТЭС) и атомные электростанции (АЭС). Однако на смену им приходят более инновационные и экологически чистые источники энергии, такие как солнечные электростанции (СЭС), ветровые (ВЭС) и приливная энергетика. Внедрение этих новых технологий является частью постоянного развития человечества в области возобновляемых источников энергии[1].

Компания Pavegen, основанная английским инженером и дизайнером Лоуренсом Кембелл-Куком, является примером инновационного подхода к добыче энергии. Главная разработка компании – уникальная плитка-генератор, способная преобразовывать кинетическую (механическую) энергию в электрическую. Данная разработка получила широкое применение в крупных городах с высокой пешеходной активностью. Также необходимо отметить необычные и интересные составляющие данного «генератора»: корпус выполнен из прочной нержавеющей стали, а сама плитка изготовлена из гибкого и водонепроницаемого материала, полученного из переработанных старых автомобильных покрышек. Это обеспечивает плитке высокую

прочность и стойкость к истиранию. Каждая плитка оснащена светодиодным индикатором, загорающим всякий раз, когда на нее наступают. Говоря подробнее о принципе действия, можно отметить, что при прохождении по данной плитке человеком оказывается давление, вследствие чего ее верхняя поверхность прогибается на 5 миллиметров, что активирует интегрированный преобразователь и позволяет генерировать электричество (см. рисунок). Сгенерированная электроэнергия может быть накоплена в аккумуляторе, находящемся неподалеку от данной «мини станции» или напрямую использоваться для освещения улиц или питания рекламных вывесок, витрин, автобусных остановок и прочих объектов.

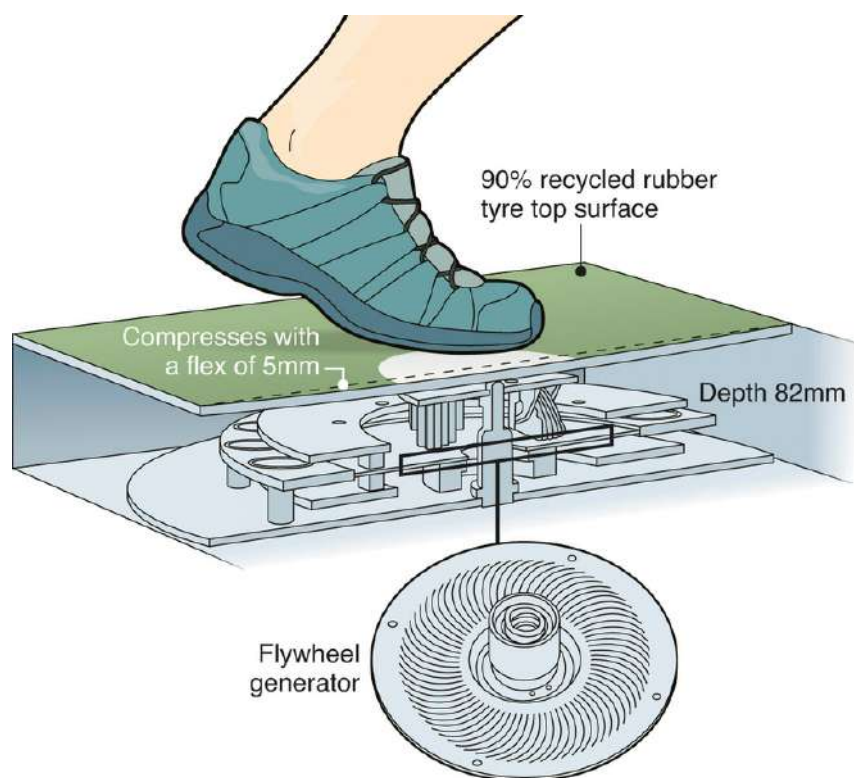


Рис. Плитки Pavegen (в разрезе)

Свое первое масштабное тестирование данный аппарат прошел на улицах Лондона во время Летних Олимпийских Игр в 2012 году. За две недели удалось сгенерировать огромное количество энергии Q в размере 20 МДж, что вполне хватило для поддержания работы уличных фонарей, суммарной мощностью около 200 Вт в течение всего вечера и ночи. Также она показала себя положительна со стороны долговечности и надежности: ее примерный срок службы N составляет около 5 лет или 20 миллионов нажатий. Однако крупнейшим недостатком данного устройства является его стоимость P – так, небольшой тротуарчик из данных плиток количеством 25 штук обошелся около 15000£, что в переводе на рубли составит примерно 1800000. Исходя из этих

данных можно посчитать примерную цену S на выработанную таким способом электроэнергию за день (2), для удобства расчетов предварительно переведем количество энергии Q из МДж в кВт*ч по (1).

$$Q = \frac{20 \cdot 10^6}{3600000} \approx 5,56 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (1)$$

Тогда S равно

$$S = \frac{P}{Q \cdot N} = \frac{1800000}{5,56 \cdot 5 \cdot 360} \approx 180 \text{ руб} / \text{кВт} \cdot \text{ч} \quad (2)$$

По данным оценки [2] электроэнергия, полученная традиционными источниками при такой же мощности, составит 70-150 рублей в зависимости от тарифного плана, что в разы выгоднее чем данный альтернативный вариант, но также в разы вреднее него.

Источники

1. Ханов, Н. Т. новые возобновляемые источники энергии / Н. Т. Ханов, А. А. Абдуллина // Тинчуринские чтения - 2023 "Энергетика и цифровая трансформация": Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 26–28 апреля 2023 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 2. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 804-806.

2. Шаповалова, В. В. Требования к методике расчета размера экономии электроэнергии при выполнении энергосервисного контракта в сетях уличного освещения городов / В. В. Шаповалова, А. Н. Ожегов // Общество. Наука. Инновации (НПК-2019): Сборник статей XIX Всероссийской научно-практической конференции, Киров, 01–26 апреля 2019 года / Вятский государственный университет. Том 2. – Киров: Вятский государственный университет, 2019. – С. 431-436.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИВИХРЕВОГО СЕПАРАТОРА

Абдуллина А.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

azalkaabdullina69826@gmail.com

Науч. рук. доц. Зинуров В.Э.

В тезисе рассмотрены различные типы золоуловителей, их принцип работы. Также предложена собственный аппарат для улавливания мелкодисперсных частиц из газового потока. Было проведено исследование зависимости, а также экономическая оценка эффективности работы сухих золоуловителей (циклоны различной модели) и мультिवихревого сепаратора от диаметра улавливаемых мелкодисперсных частиц.

Ключевые слова: энергетика, золоуловители, мультिवихревой сепаратор, экономика.

Современная промышленность, в частности энергетическая, металлургическая, нефте- и газоперерабатывающая, генерируют огромные объемы вредных выбросов, в которых, помимо опасных газов, содержится значительное количество твердых мелкодисперсных частиц золы и пыли. Они в своем соединении содержат компоненты, оказывающие негативный эффект, беспощадно влияя на газовые каналы, лопасти вентилятора или турбины, определенные части поршня, выпускные клапаны и прочие детали, тем самым портят их[1]. Во избежание загрязнения окружающей среды и увеличения срока службы оборудования предприятия используют золоуловители.

По принципу действия данные аппараты можно разделить на сухие, мокрые и электрические. Работа сухих золоуловителей основана на отделении, в нашем случае, мелкодисперсных частиц от общего потока под влиянием сил инерции, в мокрых же вода служит материалом, улавливающим и удаляющим частицы, касаясь электрических, можно сказать, что их работа основана на притяжении уносящихся частиц к электродам в ионизированной газовой среды. Также необходимо отметить, что в зависимости от выбранного типа золоуловителя будет варьироваться показание эффективности: мокрые и электрические обеспечивает очистку до 99%, в то время как сухие достигает лишь 80%. Говоря о достоинствах, необходимо упомянуть недостатки, с которыми сталкиваются золоуловители. Во-первых, с течением времени происходит износ некоторых деталей и корпуса, что требует их периодической замены. Во-вторых, при использовании сухих золоуловителей низкая эффективность улавливания фракции частиц размером менее 10 мкм, что нельзя

сказать о мокрых и электрических. Однако, стоит отметить, что использование последних 2 перечисленных золоуловителей может быть ограничено вследствие высокой стоимости, сложностей в эксплуатации и требований к улавливаемому материалу. Например, взрывоопасные частицы невозможно улавливать с помощью электрофильтров (электрические золоуловители).

Итак, перед предприятиями, использующие золоуловители стоит важная задача: продление срока службы, используемого аппарата, а также повышения его эффективности наиболее выгодным и целесообразным экономическим путем.

Для решения данной задачи авторами работ предлагается установка мультивихревого сепаратора, используемого в качестве 2 степени очистки. Установка такого сепаратора позволит снизить концентрацию частиц в газовых выбросах, продлить срок службы золоуловителей и увеличить общую эффективность системы. Конструктивно данное устройство представляет собой ячейки с отверстиями по бокам, заключенные в квадратной корпус, также стоит отметить, что данный сепаратор относится к центробежно-инерционным [2].

В ходе данной работы было проведено исследование зависимости эффективности работы сухих золоуловителей (циклоны различной модели) и мультивихревого сепаратора от диаметра улавливаемых мелкодисперсных частиц (см. рисунок).

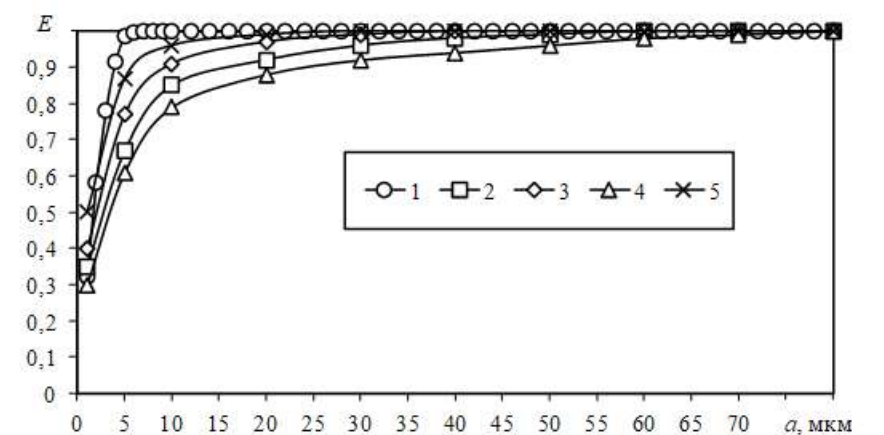


Рис. Зависимость эффективности от размера частиц для различных аппаратов: 1 – мультивихревой сепаратор; 2 – ЦН – 11; 3 – ЦН – 15; 4 – ЦН – 24; 5 – СК – ЦН – 24

Анализируя полученный график зависимости, можно сказать, что эффективность предлагаемого мультивихревого сепаратора при размерах улавливаемых частиц более 3 мкм выше, чем у циклонов представленных марок.

Исходя из полученных данных, можно сказать о рассмотрении мультивихревого сепаратора в качестве альтернативы имеющимся на предприятиях циклоны, ведь, во-первых, предлагаемый аппарат достигает большей эффективности, во-вторых, стоимости циклонов данных марок могут достигать 100 тыс. руб., а цена данной модели составит около 1 тыс. руб. В-третьих, производство предлагаемого аппарата технически проще, так как необходим всего лишь 3-D принтер и пластик для его печати, в отличие от производства циклонов.

Источники

1. Абдуллина, А. А. Очистка дымовых газов от мелких частиц на тепловых электростанциях / А. А. Абдуллина, В. Э. Зинуров // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения): Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию теплоэнергетического факультета, Иваново, 31 мая – 02 2023 года. Том 2. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2023. – С. 348-351.

2. Улавливание мелкодисперсных частиц мультивихревым сепаратором в окрасочно-сушильной камере / В. Э. Зинуров, Р. Я. Биккулов, А. В. Дмитриев, А. А. Абдуллина // Вестник Технологического университета. – 2023. – Т. 26, № 6. – С. 57-61. – DOI 10.55421/1998-7072_2023_26_6_57.

ТРАНСФОРМАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

Афанасьев М.В.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

mikhail.afanasev.98@inbox.ru

Науч. рук. доцент, канд. экон. наук Уразбахтина Л.Р.

В статье рассматриваются возможности и условия трансформации архитектуры принятия решений в энергетическом секторе России. Быстрое развитие технологий, изменение климатических условий, геополитические изменения на энергетическом рынке и растущие потребности обуславливают необходимость постоянного совершенствования архитектуры принятия решений в этой отрасли. В последние годы наблюдается значительное движение в направлении использования инновационных подходов и технологий для оптимизации системы принятия решений.

Ключевые слова: инновации, стратегия, экономика инноваций, энергетика, трансформация, планирование.

В настоящее время технологические инновации стали ключевым фактором в энергетическом секторе. Развитие возобновляемых источников энергии, умных сетей и хранения энергии привело к возникновению новых возможностей и вызвало необходимость изменения архитектуры принятия решений. Появились новые методы мониторинга и управления системами, позволяющие более гибко реагировать на изменения спроса и предложения энергии. Решения, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении, применяются для прогнозирования потребления энергии, оптимизации диспетчерского управления и оптимального использования ресурсов.

Цифровизация энергетического сектора способствует развитию автоматизированных систем управления, что в свою очередь требует изменений в архитектуре принятия решений. Отслеживание и анализ больших объемов данных позволяют эффективно управлять энергетическими системами, распределять ресурсы и оптимизировать процессы. Автоматический сбор данных и оперативный анализ помогают выявлять неэффективности и находить резервы для улучшения работы систем[1]. В результате, архитектура принятия решений становится более адаптивной и гибкой, что способствует эффективному функционированию энергетического сектора.

Основными направлениями трансформации архитектуры принятия решений в энергетическом секторе являются:

1. Использование аналитических инструментов и методов. Компании все чаще стали использовать аналитические инструменты и методы для принятия решений в долгосрочном стратегическом планировании[2].

2. Увеличение участия ключевых заинтересованных сторон. В современном мире все большее значение придается участию ключевых заинтересованных сторон в процессе принятия решений. Это может включать в себя клиентов, партнеров, сотрудников и других стейкхолдеров. Участие этих сторон может помочь компаниям получить более полное понимание потребностей рынка и создать более успешную стратегию на основе общего консенсуса.

3. Увеличение скорости и частоты обновления стратегий. Компании стали использовать более гибкие методы стратегического планирования, такие как Agile, SCRAM и другие; методологию целеполагания S.M.A.R.T.E.S.T. H-GQM, чтобы более эффективно реагировать на изменения внешней среды и более точно применять корректирующее воздействие на стратегию.

4. В процесс создания стратегии добавляются новые факторы, делающие архитектуру стратегии более гибкой и диверсифицированной.

В настоящий момент можно выделить основные проблемные моменты в области стратегического планирования в России:

1. Нет четко определенных мер ответственности за неисполнение, поставленных задач стратегического планирования;

2. Отсутствие координации между участниками выполнения задач. Создание четкой системы взаимосвязи между всеми субъектами процесса позволило бы ускорить административные процессы, улучшить корпоративное управление и более точное формирование цели;

3. Наличие несоответствий региональной стратегии и стратегии стран;

4. Крайне низкая эффективность коммуникации, «обратной связи» государства и исполнителей задач.

5. Отсутствие единой архитектуры документов, которая могла бы позволить высокий уровень согласованности между участниками стратегии и обеспечить сбалансированность документов.

Однако стоит отметить, что отечественное стратегическое планирование на протяжении всего 2022 года показало хороший результат, так как регулирующие органы смогли незамедлительно ответить на поступившие вызовы и построить стратегию с минимизацией потерь и формировании новых рынков. Аутентичность отечественных решений развилась в определенную систему, которая отлично вошла в методологию управления в уникальных кризисных кейсах[3].

Трансформация архитектуры принятия решений в энергетическом секторе также требует улучшения регулирования и сотрудничества между различными участниками отрасли[4]. Взаимодействие между производителями энергии, поставщиками, потребителями, государственными органами и научными институтами становится все более важным для эффективного функционирования системы. Гибкое регулирование и сотрудничество способствуют реализации новых идей, инноваций и внедрению передовых технологий в энергетический сектор[5].

Трансформация архитектуры принятия решений в энергетическом секторе – неотъемлемая часть его современного развития. Инновационные технологии, цифровизация, автоматизация, улучшение регулирования и сотрудничества являются основными факторами, определяющими успешность этой трансформации. Постоянное совершенствование архитектуры принятия решений позволяет эффективно управлять энергетическими системами, иметь гибкую систему, готовую к внешним и внутренним изменениям.

Источники

1. Афанасьев, М. В. Стратегия энергетической безопасности России в современных условиях / М. В. Афанасьев, Л. Р. Уразбахтина // Приднепровский научный вестник. – 2023. – Т. 3, № 1. – С. 3-6.

2. Уразбахтина Л. Р., Сабирзянова А. Ш., Галиуллина Э. Р. Цифровые барьеры развития электроэнергетики в России // Современные технологии и экономика в энергетике: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – С. 313-316.

3. Денисов С.Г. Роль стратегического планирования в России в условиях глобальных кризисов // БИТ. 2023. №1 (25). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-strategicheskogo-planirovaniya-v-rossii-v-usloviyah-globalnyh-krizisov> (дата обращения: 17.05.2023).

4. Chebotareva G. Digital transformation of the energy sector: A case of Russia / E3S Web of Conferences. — 2021. — Vol. 250. — 01001.

5. Банникова, В. Ю. Оценка надежности электрооборудования с помощью индекса технического состояния / В. Ю. Банникова, М. Ш. Гарифуллин // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. Том 1. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 7-9.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКТНОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ ГАЗОВОГО ПРОМЫСЛА НА ЗАПОЛЯРНОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Баранов Д.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань Россия

dmt.baranov@yandex.ru

Науч.рук. доц. Галиев И.Ф.

В статье рассматривается решение по модернизации алгоритма управления схемой трансформаторной подстанцией. Изменения касаются работы программы в среде ZelioSoft 5.4. Язык среды разработки LD – Ladder Diagram. Для предотвращения аварийной ситуации при включении обоих вводов подстанции через секционный автомат в параллельную работу, в случае несинхронности частот напряжений питающих вводов, восстановление нормальной схемы электроснабжения производится с перерывом питания на одной из секций шин. Предложен листинг программы и алгоритм натурных испытаний в работе оперативного персонала и диспетчера сетей.

Ключевые слова: Подстанция, аварийный ввод резерва, восстановление нормальной схемы работы, программируемый логический контроллер, логическое реле, среда разработки, язык лестничной диаграммы, испытания схемы управления подстанции.

В тезисе представлен изменённый программный алгоритм работы подстанции при восстановлении нормальной схемы электроснабжения. Интеллектуальные реле созданы для упрощения электрических схем при решении сложных задач. Они очень просты в использовании, а их функциональность и высокая производительность позволяют пользователям экономить время и деньги.



Рис. 1. Реле программируемое SR3B261BD

Программное обеспечение ZelioSoft 5.4, предназначенное для программирования интеллектуальных реле Zelio Logic. Существует восемь категорий модулей, каждая из которых отображает изображение и полное описание таких характеристик, как источник питания, дискретный ввод и вывод, часы, язык, экранная клавиатура и справочная информация, что позволяет легко их идентифицировать. Эта программа предлагает простой способ настройки модулей, которые написаны в виде релейной диаграммы, функциональной блок-схемы или в обеих.

На рисунке ниже представлена часть программы для примера управления вводным автоматическим выключателем трансформаторной подстанцией. Показана релейно-контактная логика, в комментариях указаны изменения.

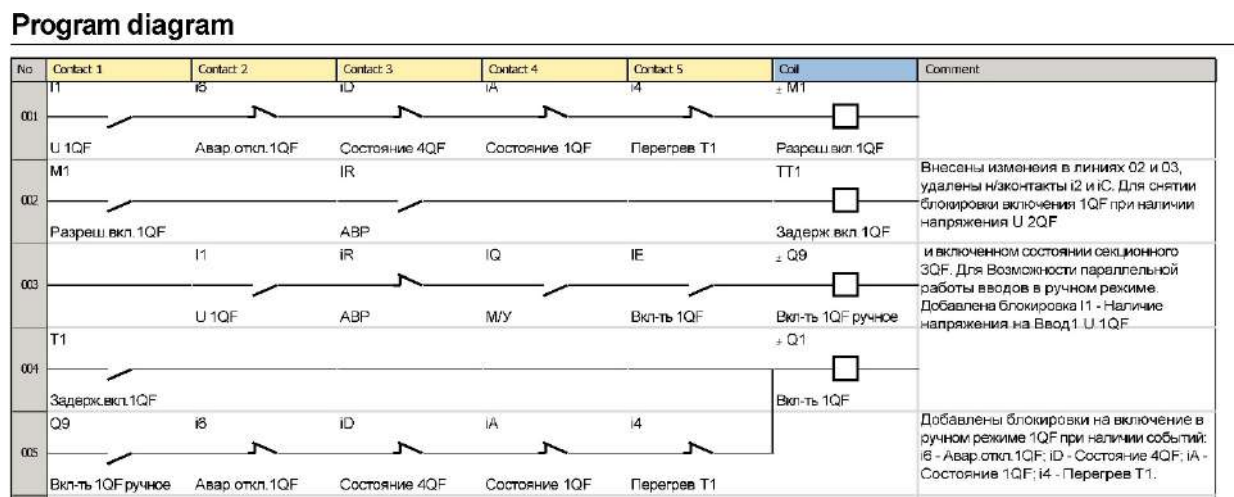


Рис. 2. Интерфейс среды ZelioSoft 5.4

После изменения логики в программной части необходимо провести натурные испытания на оборудовании, чтобы убедиться в отсутствии ошибок программирования. Для этого составляется программа, по которой проходят испытания. В ней указана последовательность действий оперативного персонала и взаимодействие с диспетчером сетевого хозяйства. Часть программы для общего понимания приведена ниже.

**Программа
проверки системы АВР 51ТП-2**

1. Исходная схема 51РП-6	
1.1.	В работе: 1 и 2 секции 6кВ от П/С-110/6кВ Включен: СВ-6 яч.1
1.2.	Включены: В-6 яч.27 В-6 яч.28
2. Исходная схема 51ТП-2	
2.1	Включены: В-0,4 Ввод-1 (1QF) В-0,4 Ввод-2 (2QF) Отключены: СВ-0,4 (3QF) В-0,4 ДЭС (4QF)
2.2	Ключи управления АВР СВ и АВР АВ в положение «Включено»
2.3	Включены: В-0,4 QF1, QF5, QF7, QF11, QF19, QF21. QF2, QF6, QF8, QF12, QF18, QF20, QF22
2.4	Отключены: В-0,4 5QF, QF3, QF9, QF13, QF15, QF17, QF4, QF10, QF14, QF16, 6QF

Рис. 3. Программа испытаний подстанции

В заключение отметим, что проведены работы, связанные с модернизацией алгоритма программы, моделирование работы в виртуальной среде ZelioSoft. Записи программы в логическое реле SR3B261BD. Данная программа с изменениями прошла успешно натурные испытания на комплектной трансформаторной подстанции.

Источники

1. ПУЭ «Правила устройства электроустановок» изд.6, дополненное с исправлениями;
2. ПБ08-624-03 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».
3. СТО «Газпром 2-6.2-149-2007 «Категорийность электроприёмников промышленных объектов ОАО «Газпром».
4. Zelio Logic 2. SR2COM01 Communications Interface. Help for using the Operations folder.
5. Zelio Logic Programming. Guide.
6. Технический паспорт. SR3B261BD. Zelio logic Relay.
7. СТО 56947007-29.240.10.299-2020 «Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС».
8. Яхин, Ш. Р. Оптимизация вариантов секционирования распределенной сети с оценкой их эффективности / Ш. Р. Яхин, И. Ф. Галиев // Chronos. – 2022. – Т. 7. – № 7(69). – С. 38-39.
9. Воркунов, О. В. Способы оптимизации режимов электрической сети / О. В. Воркунов, И. И. Акберов // Современные тенденции развития науки и

мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, Москва, 30 июня 2022 года / Редколлегия: Бабаева З.Ш. [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 126-131.

10. Воронцов, Г. Н. Анализ технологий smart grid как перспективный способ повышения энергосбережения в бытовом секторе / Г. Н. Воронцов, Р. Н. Мухаметжанов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 77-80.

11. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутризаводского электроснабжения / Е. И. Грачева, О. В. Наумов, А. Н. Горлов, З. М. Шакурова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. – № 1. – С. 93-104. – DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-1-93-104.

ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Валиева Э.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

elmiravaliyeva07@gmail.com

Науч. рук. доц. Мухаметова Л.Р.

В статье уделяется особое внимание затратам на производство и передачу энергии, являющиеся одним из важных факторов для обеспечения стабильности и эффективности работы энергетической системы. Энергия является неотъемлемой частью нашей жизни, обеспечивая освещение, отопление, транспорт и другие необходимые потребности, но для ее производства и передачи требуется значительное количество ресурсов и инфраструктуры.

Ключевые слова: затраты, производство энергии, энергия, добыча, технологии, источники энергии.

Затраты на производство и передачу энергии являются важной составляющей в обеспечении энергетических потребностей современного общества. В современном мире, где энергия играет определяющую роль во всех сферах жизни, эффективное использование и передача энергии являются неотъемлемыми аспектами, которые влияют на экономику, экологию и общество в целом.

Производство энергии охватывает множество различных источников, включая традиционные источники, такие как ископаемые топлива (уголь, нефть, газ), ядерная энергия, альтернативные источники (энергия ветра, солнечная энергия, водяная энергия) и другие. Каждый из этих источников имеет свои преимущества и недостатки, а также различные затраты на производство энергии[1].

Одним из факторов, влияющих на затраты на производство энергии, является стоимость топлива и оборудования. При использовании ископаемых топлив, стоимость добычи, транспортировки и переработки может быть значительной. Помимо этого, расходы на оборудование для производства энергии также могут быть значительными, особенно в случае использования ядерной энергии. В сравнении с этим, альтернативные источники энергии обычно требуют меньшего количества топлива и имеют меньшие затраты на оборудование.

Процесс производства энергии начинается с добычи и подготовки исходного топлива, будь то уголь, газ или нефть. Энергетические компании

инвестируют значительные суммы в разработку и эксплуатацию шахт, нефтяных месторождений и газопроводов. Они также заботятся об обновлении и модернизации оборудования, чтобы обеспечить эффективное преобразование исходного топлива в электрическую или тепловую энергию[1].

После этого энергия должна быть передана потребителям. Для этого требуется создание и поддержание энергетической инфраструктуры, включающей электрические сети, трансформаторы, подстанции и газопроводы. Важно обеспечить не только надежность и безопасность этих систем, но и их продуктивное использование. Инвесторы постоянно вкладывают средства в контроль и управление энергетическими сетями, чтобы минимизировать потери энергии и обеспечить максимальную эффективность передачи.

Затраты на производство и передачу энергии могут включать в себя несколько компонентов. Вот некоторые из них:

1. Затраты на производство энергии:

- Инвестиции в строительство и обновление энергетических объектов, таких как электростанции или солнечные фермы.

- Затраты на закупку и установку оборудования для производства энергии, такого как турбины, панели солнечных батарей и т.д.

- Расходы на топливо или другие ресурсы, необходимые для работы энергетического оборудования.

- Затраты на обслуживание и ремонт энергетических установок.

2. Затраты на передачу энергии:

- Инфраструктура передачи энергии, включая строительство и обслуживание электрических линий передачи, газопроводов, нефтепроводов и т.д.

- Затраты на техническое обслуживание и модернизацию систем передачи энергии.

- Расходы на потери энергии в процессе передачи, связанные с сопротивлением проводов и другими факторами.

Еще одной важной частью затрат на производство энергии является воздействие на окружающую среду. Производство энергии из ископаемых топлив сопровождается высокими выбросами парниковых газов, что влияет на климатические изменения. С другой стороны, использование альтернативных источников энергии позволяет снизить выбросы и уменьшить негативные последствия для окружающей среды[2].

Передача энергии также требует значительных затрат. Одним из основных факторов является потеря энергии в процессе передачи. Чем дальше находится источник энергии от места ее использования, тем больше энергии теряется в процессе передачи по электросетям. Вложения в современные

технологии передачи энергии могут уменьшить эти потери, но они всё равно остаются значительными[3,4].

В целом, затраты на производство и передачу энергии играют важную роль в экономическом и экологическом развитии. Снижение затрат на производство энергии и улучшение эффективности передачи помогут уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить устойчивое развитие[5]. Это требует постоянного внимания и инвестиций в различные технологии, исследования и разработки, а также осознания важности эффективного использования энергии на мировом и национальном уровнях.

Источники

1. Никулина С.Н. Контрольные аспекты системы бюджетирования перерабатывающей организации агропромышленного комплекса // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – с.33-43.

2. Мухаметова Л.Р., Ахметова И.Г. Инновационное развитие региональной экономики // Инновационные кластеры в цифровой экономике: теория и практика. – 2017. – с. 298-302.

3. Яхин, Ш. Р. Разработка комбинированной модели надежности распределительной сети на основе метода Монте-Карло с оценкой эффективности мероприятий по секционированию участков / Ш. Р. Яхин, К. Д. Фомин, И. Ф. Галиев // Тинчуринские чтения - 2023 "Энергетика и цифровая трансформация": Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 26–28 апреля 2023 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 160-164.

4. Воркунов, О. В. Количественная оценка показателей надежности электрических схем распределительных сетей напряжением 10 кВ / О. В. Воркунов, В. В. Максимов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 57-66. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-85-4-57-66.

5. Давыдова, К. А. Уменьшение потерь электроэнергии в распределительных сетях путем обнаружения изношенных участков ЛЭП с помощью БЛА / К. А. Давыдова, О. В. Наумов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и экономические аспекты: Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 22 апреля 2022 года / Редколлегия: В.В. Максимов (отв. редактор) [и др.]. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 109-115.

ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РОССИИ

Велюго Ю., Арзамасова А.Г.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
velyugo.yulia@yandex.ru, asaraf@mail.ru

Отношение общества к электрическому транспорту двойко, много приводится доводов «за» и «против». Основным достоинством электромобилей является его экологичность и бюджетность в ежедневной эксплуатации, но отсутствие инфраструктуры пугает людей в приобретении и активном использованию электротранспорта в повседневной жизни.

Ключевые слова: транспорт, электротранспорт, электромобиль, зарядная инфраструктура.

В течении длительного периода времени под электрическим транспортом, используемым в России, понимались: городской электротранспорт, индивидуальный, междугородний и специализированный. К городскому электрическому транспорту относятся трамваи, троллейбусы, метрополитен, электропоезда, электробусы, применяются также монорельсы, фуникулёры и пр.; к междугороднему относятся электропоезда, движущиеся по железной дороге; к специализированному электрическому транспорту можно отнести производственные электрокары, электропогрузчики, электротягачи и т.д. Некоторые электромобили работают не от линии, а от внутреннего источника электропитания (аккумулятора) от солнечных батарей[1]; к индивидуальному транспорту относятся электромотоциклы, электроскутера, электромобили, электровелосипеды, электросамокаты и т.д.

Данный вид транспорта совершенно безвреден, и с экологической точки зрения, и шума от него значительно меньше, что особенно заметно, когда место жительства находится вдоль автомобильных дорог.

Прошло не много времени с начала появления электродвигателя и с того момента, когда его стали использовать в качестве тяговой основы. Первый электротранспорт был не так совершенен, как сейчас. Но фундаментальная основа осталась всё та же. К электрическому двигателю и дополнительным системам управления лишь добавляют и обновляют инновации современных технологий.

На уровне государства разработана стратегическая инициатива «Электроавтомобиль и водородный автомобиль» и ряд других стратегий дорожного развития страны и регионов[2]. Стратегия «Электроавтомобиль и

водородный автомобиль» состоит из трех этапов. На первом этапе, в 2022 году, состоялся запуск рынка, создание инфраструктуры — зарядных станций и проработка их функционирования. Так было создано 439 зарядных станций в 12 пилотных регионах страны. На втором этапе предполагается наращивание спроса и загрузка производств, на третьем — локализация[3].

Что касается выпуска отечественными производителями такого транспорта, то ими занимаются Evolute - Липецк, «Москвич» - Москва, Автотор - Калининград, «Электромобили Мануфэкчуринг Рус» - московский Технополис, АвтоВАЗ - Тольятти и Группа ГАЗ – со штаб квартирой в Нижнем Новгороде.

По данным Росстата можно увидеть рост электрозаправочных станций за 4 года, что говорит о выполнении государством стратегии и в развитии инфраструктуры в данном направлении[4,5].



За последние несколько лет произошло так же увеличение спроса и продаж электромобилей. Причем в 2023 году увеличился рост продаж новых электрокаров. Тогда как в предыдущие годы довольно большой спрос был на подержанные электромобили брендов: Tesla, Volkswagen, Hongqi, Voyah, Evolute, Zeekr, Nissan Leaf средняя стоимость которых варьировалась до 9 млн. руб. на потребительском рынке[6]. В 2023 году произошел ценовой спад на рынке электромобилей до 5 млн руб. так как премиальные автомобили данного сегмента постепенно вытесняются появлением и продажами китайских авто-

электромобилей[7]. Но до сих пор только лишь пятая часть населения России психологически готова к покупке такого транспорта.

Источники

1. Отношение к электрическому транспорту в городе. Городской наземный электрический транспорт [электронный ресурс] <https://gorodpereslavl.ru/features-brands/otnoshenie-k-elektricheskii-transport-v-gorode-gorodskoi-nazemnyi/> (дата обращения: 13.10.23).

2. Юсупова, И. В. О необходимости разработки государственной программы «развитие зарядной инфраструктуры для транспортных средств с электродвигателями в Республике Татарстан» / И. В. Юсупова // Россия: Тенденции и перспективы развития: Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Курск, 03–04 июня 2022 года, Том Выпуск 17. Часть 2. – Москва, 2022. – С. 484-489.

3. Юсупова, И. В. Актуальная повестка развития зарядной инфраструктуры для транспортных средств с электродвигателями в России / И. В. Юсупова, А. Г. Арзамасова, Д. К. Селезнев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2022. – № 3(66). – С. 123-136.

4. Количество автозаправочных станций на автомобильных дорогах. [электронный ресурс] <https://fedstat.ru/indicator/59543> (дата обращения: 12.10.23)

5. Где в России больше зарядок для электрокаров: рейтинг 2гис по городам и районам [электронный ресурс] <https://trashbox.ru/link/2021-11-19-charging-stations-russia> (дата обращения: 14.10.23).

6. Интересная статистика по электромобилям от AVITO [электронный ресурс] <https://mobile-review.com/all/news/interesnaya-statistika-po-elektromobilyam-ot-avito/> (дата обращения: 12.10.23).

АСПЕКТЫ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА

Газиева А.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

gazieva01042002@gmail.com

Науч. рук., доц. Дюдина О.В.

В условиях ограниченности природных ресурсов и растущих потребностей населения, вопросы устойчивого развития становятся все более актуальными. Современные предприятия сталкиваются с необходимостью перехода к такой системе развития, которая была бы более энергетически эффективной, экологически безопасной и социально ответственной. Таким критериям отвечает развитие на основе ESG-принципов. В статье представлено понятие об ESG-трансформации, а также рассмотрены основные аспекты развития компаний на основе ESG-принципов в энергетическом секторе.

Ключевые слова: ESG-трансформация, энергетический сектор, устойчивое развитие, экологическая устойчивость, социальная устойчивость, корпоративное управление.

В настоящее время все более усиливается интерес к экологическим, социальным и управленческим аспектам ведения бизнеса. Одной из отраслей, где ESG-трансформация приобретает особую значимость, является энергетический сектор. Этот процесс приобрел особую актуальность в свете изменения климата, растущей потребности в чистой энергии и социальной ответственности бизнеса.

ESG-трансформация (Environmental, Social, Governance) в энергетическом секторе представляет собой стратегический подход к устойчивости и социальной ответственности компаний, работающих в данной отрасли. Этот процесс направлен на достижение баланса между экологической, социальной и корпоративной устойчивостью, что важно для более устойчивого будущего и соответствия регуляторным требованиям. Соблюдение ESG-принципов – это не просто тренд развития современных компаний, а важный фактор сохранения конкурентоспособности на рынке и инвестиционной привлекательности компании [1].

Рассмотрим ключевые аспекты ESG-трансформации в энергетическом секторе:

1. Экологическая устойчивость (Environmental).

Переход к чистым источникам энергии: энергетические компании ставят перед собой цель снижения выбросов парниковых газов и перехода на

возобновляемые источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия, а также ядерная энергия. Одной из ключевых целей ESG-трансформации в энергетике является снижение углеродного следа. В связи с глобальными климатическими вызовами, компании стремятся перейти на чистые источники энергии и уменьшить выбросы парниковых газов. Это требует больших инвестиций в разработку новых технологий, построение экологически ориентированных электростанций и пересмотр уже существующей инфраструктуры.

Эффективное использование ресурсов: оптимизация процессов производства и передачи энергии помогает снизить потери и ресурсозатраты.

Мониторинг и отчетность об экологических показателях: компании активно следят за своим воздействием на окружающую среду и регулярно докладывают об экологических показателях с помощью современных информационных систем [2].

Энергетический сектор является важной частью современного индустриального общества. Но его развитие и экспансия приводит к серьезным экологическим проблемам, таким как выбросы парниковых газов и загрязнение окружающей среды [3]. Поэтому нахождение более устойчивых и экологически чистых источников энергии становится неотложной задачей.

2. Социальная устойчивость (Social).

Безопасность и забота о работниках: компании обеспечивают безопасные условия труда, а также поддерживают программы обучения и развития сотрудников.

Участие в местных сообществах: компании взаимодействуют с местными сообществами, предоставляют помощь и инвестиции в социальные программы.

Соблюдение прав человека: компании активно следят за соблюдением прав человека как внутри организации, так и в цепочке поставок.

В рамках ESG-трансформации в энергетике, компании должны обращать внимание на социальные аспекты своей деятельности. Это включает в себя обеспечение рабочих мест безопасными условиями труда, а также поддержку местных сообществ, в которых действуют энергетические компании. Ведущие предприятия отрасли осознают важность своего вклада в социальное благосостояние и стремятся улучшить соответствующие показатели, внедряя социально ответственные практики в свою деятельность.

3. Корпоративное управление (Governance).

Прозрачность и этичность: компании придерживаются прозрачных стандартов управления, включая этический кодекс и соблюдение законов.

Участие стейкхолдеров: важно учитывать интересы всех стейкхолдеров при принятии стратегических решений. Меры, влияющие на повышение энергетической эффективности предприятий, являются гарантией не только

более здоровой экологической среды, повышения обеспеченности персонала, но и установления взаимовыгодных социально-ответственных отношений со всеми заинтересованными сторонами в деятельности предприятия [4].

Таким образом, ESG-трансформация в энергетическом секторе не только способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и создает более устойчивую и ответственную индустрию. Она также может привести к привлечению инвестиций и укреплению имиджа компаний, что важно в условиях растущей экологической и социальной осознанности общества и инвесторов.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод об учете большого количества аспектов предприятиями энергетического сектора, принявшими решение о дальнейшем развитии на основе ESG-принципов. Это несомненно найдет отражение в последующих исследованиях, направленных на стратегическое планирование и реализацию ESG-трансформации во всех сферах деятельности энергетического предприятия.

Источники

1. Гузырь, В. В. Инновационная ESG-трансформация фирм как глобальный тренд устойчивого развития / В. В. Гузырь // Экономика и управление инновациями. – 2022. – № 1(20). – С. 33-43.

2. Назаренко, М. А. Исследования возможности ESG-трансформации с помощью ключевых направлений стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года / М. А. Назаренко, Н. Е. Садковская, Р. Н. Садковская // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 4. – С. 95-99.

3. Терпугов, А. Е. Развитие ESG-концепции в российской электроэнергетике / А. Е. Терпугов, А. К. Титов // E-Management. – 2022. – Т. 5, № 4. – С. 12-22.

4. Урмеева, Д. Р. Повышение эффективности управления энергоресурсами на промышленном предприятии / Д. Р. Урмеева, Ю. А. Рогожа, Л. Р. Уразбахтина // Современные технологии и экономика в энергетике: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – С. 67-69.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ КИБЕРАТАК НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ ДИАГНОСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Галяутдинова А.Р.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Alsu296@yandex.ru,
Науч. рук. проф. Ившин И.В.

В данной работе рассматривается кибербезопасность в системе диагностики энергетического оборудования.

Ключевые слова: диагностика, кибербезопасность, угроза безопасности информации, кибератаки, нарушитель, несанкционированный доступ к информации.

Внедрение различных цифровых решений и технологий в электроэнергетику без использования общих стандартов приводит к проблемам при их интеграции. Важны организационные меры, направленные на координацию цифровой трансформации и создание интегрированной среды, в рамках которой возможно взаимодействие множества различных цифровых сервисов. Обеспечение безопасности цифровых решений является одним из самых больших вызовов нашего времени.

Исследования по оценке влияния кибератак на технологические процессы, реализуемые в процессе диагностики энергетического оборудования, проводятся в форме анализа моделей угроз и нарушителя безопасности информации. Угрозы безопасности информации обусловлены преднамеренными или непреднамеренными действиями физических лиц, действиями зарубежных спецслужб или организаций, а также криминальных группировок, создающими условия для нарушения безопасности информации, которые ведут к ущербу жизненно важным интересам личности, общества и государства[1].

Источниками угроз несанкционированного доступа к информации в объектах информационной инфраструктуры могут быть:

- нарушитель;
- программно-аппаратная закладка;
- носитель вредоносной программы.

Под нарушителем безопасности понимается физическое лицо, случайно или преднамеренно совершающее действия, следствием которых является нарушение характеристик безопасности защищаемых информационных

ресурсов. По наличию права постоянного или разового доступа в контролируемую зону источников угроз несанкционированного доступа в информационной системе персональных данных нарушители подразделяются на два типа:

- внешние, которые могут осуществлять атаки из-за пределов контролируемой зоны информационной системы;
- внутренние, которые могут осуществлять атаки, находясь в пределах контролируемой зоны информационной системы.

Различают 4 уровня нарушителей по реализации угроз безопасности информации:

Н1 – обладающий базовыми возможностями, подразумевается наличие возможностей уровня одного человека по приобретению и использованию специальных средств эксплуатации уязвимостей (внешние нарушители, внутренний персонал и пользователи системы, лица, обеспечивающие поставку, сопровождение и ремонт технических средств, бывшие работники);

Н2 – обладающий базовыми повышенными возможностями, подразумевает наличие возможностей реализовывать угрозы, в том числе направленные на неизвестные уязвимости, с использованием специально созданных для этого инструментов, свободно распространяемых в сети «Интернет», но не имеют возможностей реализации угроз на физически изолированные сегменты систем и сетей (конкурирующие организации, поставщики вычислительных услуг, услуг связи, лица, обеспечивающие установку, настройку, испытания, пусконаладочные работы, системные администраторы и администраторы безопасности);

Н3 – обладающий средними возможностями, подразумевает наличие возможностей уровня группы лиц по разработке и использованию специальных средств эксплуатации уязвимостей (террористические и экстремистские группы, конкурирующие организации, администраторы системы и разработчики ПО);

Н4 – обладающий высокими возможностями, подразумевает наличие возможностей уровня предприятия/группы предприятий/государства по разработке и использованию специальных средств эксплуатации уязвимостей (работники иностранных технических разведок, спецслужб).

Программно-аппаратная закладка – совокупность технических и программных средств, которые могут осуществлять программно-математические воздействия. Такими возможностями могут обладать разработчики и лица, обеспечивающие поставку, сопровождение и ремонт технических средств на источники угроз несанкционированного доступа в информационной системе персональных данных.

Носителем вредоносной программы может быть аппаратный элемент компьютера или программный контейнер. Преднамеренное внедрение вредоносных программ в процессе разработки, установки и настройки ПО сводится к минимуму, если все системное и прикладное ПО устанавливается с оригинальных лицензионных дисков, закупленных у официальных дистрибьюторов или надежных поставщиков.

Возможно случайное внедрение программных закладок и вирусов в процессе разработки, установки, настройки, сопровождения и эксплуатации, также велика вероятность внедрения вредоносной программы по сети передаваемыми с файлами, имеющими определенные расширения или иные атрибуты.

Угроза безопасности информации возможна, если имеются нарушитель или иной источник угрозы, объект, на который осуществляются воздействия, способы реализации угрозы безопасности информации, а реализация угрозы может привести к негативным последствиям[2]:

УБИ_i = [нарушитель; объекты воздействия; способы реализации угроз; негативные последствия].

Возможными угрозами в отношении электросетевого объекта являются: угрозы несанкционированного доступа к информации на рабочих местах; угрозы, реализуемые в ходе и после загрузки операционной системы и направленные на перехват паролей или идентификаторов; угрозы внедрения вредоносных программ; угрозы выявления паролей и др.[3].

Таким образом, актуальные угрозы безопасности информации представляют собой условия и факторы, создающие реальную опасность несанкционированного доступа к защищаемой информации с целью нарушения конфиденциальности, целостности и доступности. Для нейтрализации актуальных угроз необходимо создание системы защиты информации.

Источники

1. Методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации» от 05.02.2021 ФСТЭК России.

2. Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России [электронный ресурс] <http://bdu.fstec.ru> (дата обращения: 12.10.23).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Гарифов Р.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия,

robertgarifov@yandex.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) в системах диспетчеризации электроэнергетики имеет огромный потенциал для оптимизации работы энергосистем и повышения их эффективности. В статье рассмотрено применение искусственного интеллекта в системах диспетчеризации электроэнергетики, а также ограничения и риски, связанные с его использованием.

Ключевые слова: цифровые технологии, диспетчеризация, энергетика, автоматизация, искусственный интеллект.

Системы диспетчеризации электроэнергетики играют важную роль в управлении энергосистемами, обеспечивая баланс между производством и потреблением электроэнергии[1]. Однако с ростом сложности и объема данных требуется более эффективное управление системами диспетчеризации [2]. В этом контексте искусственный интеллект (ИИ) может быть полезным инструментом для оптимизации работы энергосистем и повышения их эффективности[3].

Одной из областей, в которой ИИ может быть полезен, является управление распределительными сетями[4]. Распределительные сети являются неразрывной частью энергосистем, обеспечивая передачу электроэнергии от центральных генераторов к конечным потребителям. Алгоритмы машинного обучения могут помочь оптимизировать распределение энергии в сетях, учитывая различные факторы, такие как нагрузка, доступность ресурсов и стоимость электроэнергии.

Для прогнозирования нагрузки на энергосистему также применяется ИИ. Хотелось бы отметить, что нагрузка на энергосистему может сильно зависеть от времени суток, дня недели, праздников и др. С помощью алгоритмов машинного обучения можно анализировать исторические данные о нагрузке, а также учитывать внешние факторы, такие как погода или события[5]. Это позволяет операторам энергосистемы предсказывать будущие изменения нагрузки и принимать соответствующие меры, чтобы избежать перегрузок или недостатка мощности.

Отдельной и важной темой являются проблемы, связанные с аварийными ситуациями, которые в энергосистемах могут привести к серьезным последствиям, таким как отключение электроэнергии для большого числа потребителей. Системы диспетчеризации электроэнергетики могут использовать алгоритмы машинного обучения для анализа данных и обнаружения аномалий, которые могут указывать на возможные проблемы в работе системы[6]. Это позволяет операторам системы принимать меры предотвращения аварийных ситуаций и уменьшить риск возникновения непредвиденных событий, но стоит учитывать ограничения и риски, связанные с применением ИИ в системах диспетчеризации. Недостаток данных или неправильное обучение моделей может привести к некорректным решениям и негативным последствиям. Например, неправильный прогноз нагрузки может привести к перегрузке системы или излишней потере энергии[7]. Поэтому важно иметь достаточное количество данных и правильно обучить модели ИИ. Но принятие автоматических решений на основе алгоритмов машинного обучения может вызывать сомнения в прозрачности и объективности принимаемых решений. Кто несет ответственность за возможные ошибки или неправильные решения, принятые ИИ? Как обеспечить прозрачность и объяснимость работы системы?

Дальнейшие исследования и разработка новых методов и алгоритмов помогут решить эти ограничения и риски. Например, разработка методов объяснимого ИИ позволит операторам энергосистемы понять, как ИИ принимает решения и какие факторы влияют на эти решения. Также важно учитывать социальные и этические аспекты применения ИИ, чтобы обеспечить безопасность и надежность работы энергосистем.

Применение искусственного интеллекта в системах диспетчеризации электроэнергетики имеет большой потенциал для оптимизации работы энергосистем и повышения их эффективности. Алгоритмы машинного обучения могут помочь оптимизировать распределение энергии в сетях, прогнозировать нагрузку и предотвращать аварийные ситуации.

Дальнейшие исследования и разработка новых методов и алгоритмов помогут реализовать потенциал ИИ в системах диспетчеризации электроэнергетики и обеспечить безопасность и надежность работы энергосистем.

Источники

1. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет

и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С. 138-140.

2. Лучинкин В.Л., Зарипова Р.С. Перспективы применения нейронных сетей в энергетике // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 77-80.

3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Применение искусственного интеллекта в сфере энергетики / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 551-554.

4. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

5. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы и перспективы внедрения информационных и управляющих систем для энергетических объектов / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. 2018. С. 147-149.

6. Марданова А.М., Смирнов Ю.Н. Цифровая трансформация нефтяной промышленности как инструмент преодоления негативных последствий санкций / Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты: сборник научных трудов по материалам 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 292-295.

7. Галимова Г. Ф. Внедрение интеллектуальных электрических сетей / Г. Ф. Галимова, О. В. Воркунов // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве : Материалы VII Национальной научно-практической конференции. Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 534-536.

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Гибадуллина А. А.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,
azaliya2002@mail.ru
Науч. рук. доц. Зарипова Р. С.

В статье рассмотрен процесс проектирования информационной системы для предприятий ТЭК. Приводятся ключевые рекомендации и методы для успешной реализации информационной системы. Данная информационная система способствует оптимизации бизнес-процессов и улучшению работы предприятия.

Ключевые слова: информационная система, проектирование, предприятие, ТЭК, оптимизация, бизнес-процессы.

В современном мире информационные системы играют ключевую роль в организации работы предприятий различных отраслей[1]. Их создание и развитие становятся неотъемлемой частью успешного функционирования компаний[2]. Проектирование информационной системы является важным этапом в этом процессе, поскольку от правильно спроектированной системы зависит эффективность работы предприятия[3].

Основные этапы проектирования информационной системы:

1. Анализ требований предприятия. На данном этапе проводится изучение основных потребностей и задач предприятия, которые должна решать информационная система. Также определяются функциональные и нефункциональные требования, которые должны быть учтены при проектировании системы.

2. Проектирование архитектуры информационной системы. На этом этапе определяется структура и компоненты системы, их взаимодействие и взаимосвязь. Важным аспектом является выбор технологий и платформы, на которой будет разрабатываться система[4].

3. Разработка и реализация информационной системы. На данном этапе происходит создание программного обеспечения и баз данных, а также интеграция компонентов системы[5]. Осуществляется тестирование и отладка системы.

4. Внедрение и поддержка информационной системы. После завершения разработки системы она внедряется на предприятие. Проводятся обучение

сотрудников и поддержка системы в рабочем состоянии[6]. Также осуществляется мониторинг и анализ работы системы с целью ее улучшения.

Рекомендации и методы проектирования информационной системы для предприятий ТЭК:

1. Учитывать специфику предприятия. При проектировании системы необходимо учитывать особенности деятельности предприятий ТЭК, такие как большой объем информации, сложные бизнес-процессы и высокие требования к безопасности.

2. Применять современные технологии. Для создания эффективной информационной системы рекомендуется использовать современные технологии разработки и управления данными, такие как облачные сервисы, Big Data и искусственный интеллект[7].

3. Обеспечить масштабируемость и гибкость системы. Информационная система должна быть способна адаптироваться к изменяющимся потребностям предприятия и поддерживать большое количество пользователей и объем данных [8].

4. Обеспечить безопасность информации[9]. Важным аспектом при проектировании информационной системы для предприятий ТЭК является обеспечение безопасности информации. Для этого необходимо использовать современные методы шифрования и контроля доступа.

Проектирование информационной системы для предприятий ТЭК является сложным и ответственным процессом. Правильно спроектированная система позволит оптимизировать бизнес-процессы и повысить эффективность работы предприятия.

Источники

1. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

2. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы и перспективы внедрения информационных и управляющих систем для энергетических объектов / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. 2018. С. 147-149.

3. Емдиханов Р.А., Зарипова Р.С. Применение информационных систем для решения проблем современности / Технологический суверенитет и

цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 70-72.

4. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости / Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.

5. Кадыров А.Ф., Николаева С.Г. Сравнительный анализ технологий проектирования баз данных / Формирование профессиональной направленности личности специалистов - путь к инновационному развитию России: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 87-92.

6. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С. 138-140.

7. Варенов А. А. Использование компонентов автоматизированного проектирования при разработке релейной системы регулирования напряжения / А. А. Варенов, В. В. Максимов, О. В. Воркунов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 224-226.

8. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

9. Шарафутдинов Р. Г. Обучение основам программирования логического реле ONI PLR-s / Р. Г. Шарафутдинов, А. М. Валиев, О. В. Воркунов // Электрические сети: надежность, безопасность, энергосбережение и важные аспекты: Материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 319-323.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ СЕПАРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА С ДВУТАВРОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ПОКРАСОЧНО-СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

Гильмутдинова З.А.¹, Несмейко А.В.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

z-gilmutdinova@bk.ru¹, nes.annastasia@gmail.com²,

Науч. рук. доц. Зинуров В.Э.

В статье произведена экономическая оценка внедрения сепарационного устройства с двутавровыми элементами на промышленном предприятии с покрасочно-сушильной камерой. В ходе анализа было установлено, что стоимость проекта по внедрению сепарационных устройств на предприятии составляет около 100 тыс. руб. Общие затраты на приобретение фильтров в год составляют около 950 тыс. руб. Общие затраты на приобретение фильтров в год с учетом применения сепарационных устройств составляют около 750 тыс. руб. В работе было проанализировано несколько вариантов, при которых сепарационное устройство уменьшит необходимость замены фильтров в год: в первом случае на 25%, во втором случае на 37,5 % и в третьем случае на 50 %. Результаты показали, что ЧДД при уменьшении количества замены фильтров в год на 37,5 и 50 % увеличивается в 2,8 и 4,5 раза соответственно.

Ключевые слова: экономическая оценка, сепарационное устройство, внедрение аппарата, сепаратор с двутавровыми элементами, чистый дисконтированный доход, амортизационные отчисления.

Ключевыми задачами практически всех предприятий являются увеличение прибыли, улучшение характеристик выпускаемой продукции и др. Так, на предприятии, на котором имеются покрасочно-сушильные камеры, важной задачей является увеличение срока службы фильтров, которые применяются для очистки воздуха от мелких частиц пыли. Решение данной задачи позволит уменьшить затраты на импортные фильтры и реже останавливать технологическую линию, что поспособствует увеличению количества окрашиваемых деталей и, соответственно, увеличит прибыль предприятия. Для решения данной задачи предлагается использовать сепарационные устройства с двутавровыми элементами, которые будут установлены перед фильтрами и позволят увеличить их срок службы[1]. Целью данной работы является оценка экономической эффективности применения сепарационных устройств перед фильтрами.

Стоимость одного сепарационного устройства с двутавровыми элементами составляет около 20 тыс. руб. При этом для того, чтобы перекрыть проходное сечение перед фильтрами, необходимо установить 4 шт. Таким образом, суммарные затраты составляют около 80 тыс. руб. Примем, что их срок службы будет составлять 10 лет[2]. Норма амортизации будет составлять 10 %. Накладные расходы и прочие расходы будут составлять по 10 тыс. руб. Предполагается, что монтажные работы будут осуществляться работниками предприятия. Итоговая стоимость проекта по внедрению сепараторов будет составлять около 100 тыс. руб. При эксплуатации классической схемы покрасочно-сушильной камеры замена фильтров осуществляется 12 раз в год. Общие затраты на приобретение данных фильтров в течение 10 лет будут составлять около 950 тыс. руб. При использовании сепарационных устройств с двутавровыми элементами перед фильтрами общие затраты предприятия за 10 лет будут составлять около 700 тыс. руб.

В докладе показано, как изменяется чистый дисконтированный доход по годам (см. рисунок). При этом было рассмотрено 3 варианта. В первом случае предполагалось, что сепарационное устройство уменьшит необходимость замены фильтров в год на 25%, во втором случае на 37,5 % и в третьем случае на 50 %.

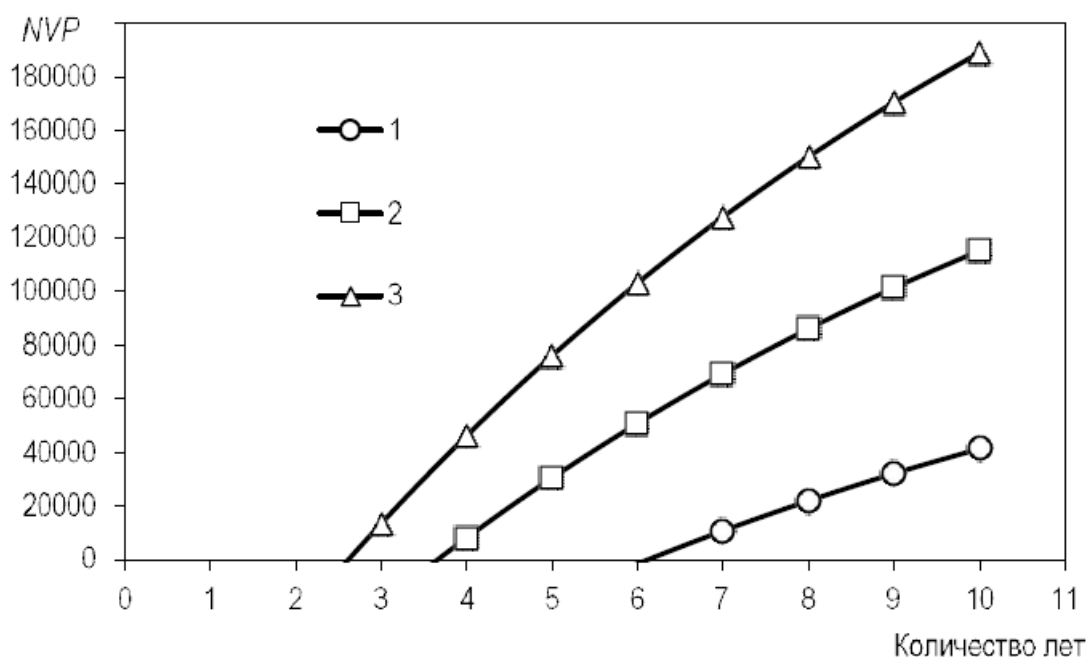


Рис. Зависимость ЧДД (чистого дисконтированного дохода) по годам при уменьшении количества замены фильтров в год в процентном соотношении: 1 – на 25%; 2 – на 37 %; 3 – на 50 %

Анализ результатов показал, что ЧДД при уменьшении количества замены фильтров в год на 37,5 и 50 % увеличился в 2,8 и 4,5 раза соответственно.

Таким образом, проведенная оценка экономической эффективности применения сепарационных устройств перед фильтрами показала их рентабельность.

Источники

1. Dmitriev, A. V. Collecting of finely dispersed particles by means of a separator with the arc-shaped elements / A. V. Dmitriev, V. E. Zinurov, O. S. Dmitrieva // E3S Web of Conferences, Sevastopol, 09–13 сентября 2019 года. Vol. 126. – Sevastopol: EDP Sciences, 2019. – P. 00007.

2. Зинуров, В. Э. Оценка экономической эффективности внедрения сепарационных устройств на предприятиях с покрасочными камерами / В. Э. Зинуров, А. Р. Галимова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2020. – № 12. – С. 50-59.

ОПТОВЫЙ РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Гиниятуллина Л.Р.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия
lginiyatullina27@bk.ru
Науч.рук. доц. Мухаметова Л.Р.

В статье рассмотрена и изучена структура оптового рынка электроэнергии в Российской Федерации, а также механизм ценообразования тарифов на электроэнергию. Изучены требования к покупателям оптового рынка, выгоды и преимущества покупки электроэнергии на оптовом рынке для крупных компаний.

Ключевые слова: оптовый рынок, электроэнергетика, тарифы, конкуренция, оптимальная цена, покупка, продажи.

Оптовый рынок электроэнергии – это рынок, на котором осуществляется торговля электроэнергией между производителями, поставщиками и потребителями электроэнергии. В отличие от розничного рынка электроэнергии, на оптовом рынке продажа и покупка электроэнергии осуществляется в крупных объемах и с более длительными сроками поставки. Основная цель оптового рынка электроэнергии – обеспечить устойчивое функционирование электроэнергетической системы, баланс спроса и предложения электроэнергии, а также достижение оптимальных цен на рынке электроэнергии.

Оптовый рынок электроэнергии может быть организован как национальный, региональный или международный. На рынке происходит торговля ограничениями и правами на объемы электроэнергии. Торговля может осуществляться на различных типах тарифов, например, фиксированных. Оптовый рынок электроэнергии существенно влияет на розничный рынок электроэнергии, поскольку оптовая цена на электроэнергию является одним из факторов, влияющих на цену для конечного потребителя. Этот рынок также стимулирует конкуренцию в энергетическом секторе, создает условия для развития новых форм производства электроэнергии и снижение её стоимости.

Оптовый рынок электроэнергии регулируется правительственными органами, регуляторами рынка энергии и энергетическими компаниями для обеспечения справедливой торговли. Законодательство РФ предоставляет крупным компаниям участвовать на оптовом рынке. При выходе на оптовый рынок, компания начинает покупать электроэнергию на оптовом рынке либо самостоятельно, либо через компанию по сбыту электроэнергии.

Оптовые рынки привлекательны ценой, и компании покупают электроэнергию по цене поставщика. Однако существуют определенные условия покупки, в котором важную роль играет объем покупки. Не все предприятия могут участвовать в оптовом рынке. Покупка на оптовом рынке требует особых требований. Покупать на оптовом рынке могут:

1. Поручители, т.е. энергосбытовые предприятия, имеющие статус гарантирующего поставщика, которые обязаны заключить договор с любым обратившимся в границах зоны деятельности гарантирующего поставщика.

2. Самостоятельные энергокомпании, т.е. не владеют статусом гарантирующего поставщика и сами подбирают с кем работать, но имеют конкретные условия.

3. Потребители (крупные покупатели, имеющие права приобретать электроэнергию на оптовом рынке).

В соответствии с законодательством Российской Федерации к компаниям, выходящим на оптовый рынок, предъявляются следующие требования:

1. При выходе на оптовый рынок через энергосбытовую компанию группа точек поставки электроэнергии (например, одна подстанция, объединенная с одной установкой) должна быть не менее 750кВА.

2. При самостоятельном выходе на оптовый рынок суммарная мощность всех установок, участвующих в закупках на оптовом рынке, должна составлять не менее 20 000 кВА.

3. Система учета для определения электроэнергии, приобретаемой на оптовом рынке, должна быть оснащена автоматической информационно-измерительной системой коммерческого учета электроэнергии.

4. Покупка электроэнергии должна осуществляться на основании почасового прогноза, планируемого потребления на сутки вперед. Если план существенно отличается от реальности, то дополнительная электроэнергия закупается по более высокой цене.

Сложность оптового рынка электроэнергии заключается в том, что невозможно купить и продать электроэнергию позже. Электроэнергия продается сразу после ее производства. Поэтому активность на оптовом рынке зависит, в том числе, и от прогнозов того, какой объем электроэнергии генерирующая компания будет закупать в будущем для производства необходимого количества электроэнергии[4].

Одним из значительных достижений российской реформы электроэнергетики стало создание оптового рынка электроэнергии и мощности, что позволило внедрить конкурентные механизмы ценообразования в отрасль, которая долгое время рассматривалась исключительно как объект регулирования. В случае, когда организация научится закупать электроэнергию непосредственно на оптовом рынке, обходя промежуточных посредников, она

сможет значительно сэкономить, что имеет прямое отношение к себестоимости выпускаемых товаров или услуг. Затраты на электроэнергию являются одним из ключевых факторов, влияющих на стоимость любого продукта. С грамотным планированием этого процесса, предприятие избежит необходимости воспользоваться услугами по балансировке электроэнергии и, соответственно, оплаты выше стандартных тарифов.

Источники

1. Мухаметова Л.Р., Ахметова И.Г., Стриелковски В. Инновации в области хранения энергии // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2019. Т. 21. № 4. С. 33-40.

2. Золотова И.Ю., Дворкин В.В. Краткосрочное прогнозирование цен на российском оптовом рынке электроэнергии на основе нейронных сетей // Проблемы прогнозирования. 2017. №6. С.165.

3. Мохов В.Г., Демьяненко Т.С. Прогнозирование потребления электрической энергии на оптовом рынке электроэнергии и мощности // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. №2. С. 86-92.

4. Богучарсков В.А. Концепция Smart Grid как решение текущих проблем отечественной электроэнергетики / В. А. Богучарсков, О. В. Воркунов // Технологический суверенитет и цифровая трансформация: Международная научно-техническая конференция. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 108-110.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Горшков Т.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия,

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Статья фокусируется на нейросетевых системах обнаружения атак в информационной среде, что представляется ключевым аспектом в контексте современного киберпространства. В статье рассматриваются основные преимущества таких систем, включая их способность к обучению и адаптации, что позволяет выявлять новые виды угроз. Описывается применение нейросетей в обнаружении атак и приводится конкретный пример использования.

Ключевые слова: нейросети, системы обнаружения атак, информационная среда, обнаружение аномалий, машинное обучение, кибератаки, кибербезопасность, искусственный интеллект, интеллектуальный анализ данных.

В современном цифровом мире и информационной среде, постоянно подвергающейся угрозам, эффективное обнаружение потенциальных атак имеет важное значение[1]. В последнее время нейросетевые системы обнаружения атак стали существенным инструментом в сфере кибербезопасности[2, 3].

Нейросети представляют собой системы, построенные с использованием принципов работы человеческого мозга, способные обучаться, адаптироваться и совершенствовать свои алгоритмы через анализ и обработку больших объемов информации[4].

Нейросетевые системы обнаружения атак (НСОА) применяют принципы машинного обучения для выявления потенциальных угроз в информационной среде[5]. Они производят анализ активности в сети, определяют аномалии и нестандартное поведение, что может свидетельствовать о злонамеренных действиях.

Основное преимущество нейросетей заключается в их способности обучаться, опираясь на анализ шаблонов и выявление атак, которые ранее не были известны. Иными словами, они способны обнаруживать новые виды угроз, с которыми традиционные системы защиты могут не справиться[6, 7].

Примером успешного применения НСОА служит система обнаружения вторжений (Intrusion Detection System, IDS). Она объединяет методы

машинного обучения, нейронные сети и алгоритмы искусственного интеллекта для выявления и блокировки кибератак.

В условиях постоянно развивающихся методов кибератак, нейросетевые системы обнаружения атак представляют собой ценный инструмент в области обеспечения безопасности информационной среды. Они не только гарантируют высокий уровень защиты, но и способны оперативно реагировать на новые угрозы и изменения в киберобстановке.

Тем не менее стоит помнить, что НСОА не являются универсальным средством защиты от всех видов киберугроз. Для обеспечения полной кибербезопасности необходимо сочетать их использование с другими системами и стратегиями борьбы с кибератаками, всегда оставаясь впереди возможных угроз.

Источники

1. Смирнов Ю.Н., Фатыхов Р.И. Об информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 43-46.

2. Злыгостев Д.Д., Зарипова Р.С. Информационная безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий / Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2017. С. 23-25.

3. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы обеспечения информационной безопасности больших данных / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 150-152.

4. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

5. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Актуальность обеспечения информационной безопасности в условиях цифровой экономики / Инновационное развитие экономики. Будущее России: Сборник материалов и докладов V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2018. С. 257-260.

6. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол / Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 3 (35). С. 46-57.

7. Зарипова, Р. С. Цифровая трансформация университета / Р. С. Зарипова, О. В. Воркунов, А. В. Чупаев // Цифровые технологии в решении проблем современности: монография. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 107-116.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

¹Давлетбаев Р.З., ²Сандаков В.Д.

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹davletbaeva_1975@mail.ru

В данной работе рассматриваются метаэвристические методы как комплекс оптимизационных задач, позволяющих решать проблемы современной электроэнергетики. Перечисляются наиболее популярные метэвристические алгоритмы, выражены их достоинства и недостатки. Выделены области применения.

Ключевые слова: электроэнергетика, оптимизация, алгоритм, решение задач, эксплуатация, математика, блок-схема.

Для поддержания надежной и безаварийной работы электроэнергетических систем необходимо проводить изучение взаимосвязанных с этим процессов. Важно отслеживать ввод в работу и вывод из эксплуатации оборудования, изменение конфигурации систем и энергопотребления с учётом особенностей каждого региона, сезона или времени суток.

К важнейшим задачам управления энергосистемами можно отнести следующее: нахождение оптимальных перетоков активной и реактивной мощностей, уровней напряжения, нахождение оптимальной конфигурации существующих и проектируемых сетей и ряда других элементов электроэнергетической системы[1]. Необходимо отметить, что все эти задачи относятся к оптимизационным процессам. Оптимизация выполняется с помощью математических методов, обладающих достаточной точностью, например: ньютоновские методы, метод внутренней точки, ветвей и границ. Выделим несколько недостатков применения данных методов: большие временные затраты на расчёт; сложность интерпретации полученных данных; сложность выполнения вычислений, в особенности первого и второго порядков.

Если говорить об эвристических методах, то решение оптимизационной задачи будет найдено с достаточной точностью, но в некоторых случаях, вероятность ошибки присутствует[2]. Метаэвристические методы и эвристические имеют ряд схожих черт: направление процесса поиска оптимального значения в необходимом направлении; нет необходимости в глубоких знаниях в исследуемой области; большой спектр оптимизационных задач; эффективный поиск в поисковом пространстве.

Метаэвристические методы оптимизации предлагают итерационность – возможность многократного выполнения расчетов и обеспечивают большую выборку с наилучшими решениями. Выделим причины более частого использования метаэвристических методов по сравнению с другими: методы достаточно гибки и универсальны – легко адаптируются под заданные условия; позволяют работать с большим количеством данных и их легко обрабатывать за счёт оптимизационных процессов с высокой точностью; способность находить приближенные (оптимальные) результаты в рамках заданных условий; возможность выполнять параллельные расчёты – позволяет сэкономить время с использованием компьютерных технологий.

Рассмотрим блок-схему с последовательностью работы метаэвристических оптимизационных методов (см. рисунок).



Рис. Блок-схема с алгоритмом работы метаэвристических методов

Любой метаэвристический метод имеет следующие алгоритмические черты: инициализация начальных параметров; расчёт установившегося режима; используя оптимизационные методы производится изменение параметров энергосистемы; производится расчёт нового установившегося режима; подбор лучшего решения из найденных; проверка выполнения условий для завершения работы алгоритма; в случае невыполнения производится переход на третий шаг или осуществляется завершение алгоритма[3].

В зависимости от конечных условий алгоритма качество проработки задачи может изменяться. Так как сценарий работы метода может предполагать проведение определённого количества итераций, так и достигать определённого значения. Если задавать недостижимые значения с использованием определённых данных, то цикл может не остановиться и оптимальное решение не будет найдено. Для планирования и эксплуатации режимов работы электрической сети существует несколько оптимизационных методов: искусственная нейронная сеть; нечеткая логика; экспертная система; многокритериальная оптимизация; параллельные вычисления; методы на основе разложения Лагранжа; внутренние точечные методы.

Подводя итоги можно сказать, что применение метаэвристических методов позволит сделать большой вклад в решении оптимизационных задач в электроэнергетике. Проблемой массового внедрения метаэвристических методов является необходимость использования больших вычислительных мощностей, способных должным образом и с достаточной скоростью обрабатывать запросы и решать оптимизационные задачи с наилучшим исходом для эффективной работы электроэнергетической системы. Для решения данной проблемы энергетическим компаниям необходимо: знать о существовании данных методов и уметь их применять в рамках поставленных задач с использованием цифровых технологий.

Источники

1. Алгоритмы и вероятностные модели параметров функционирования внутриводского электроснабжения / Е. И. Грачева, О. В. Наумов, А. Н. Горлов, З. М. Шакурова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. – № 1. – С. 93-104. – DOI 10.30724/1998-9903-2021-23-1-93-104.

2. Ibrahim A.M., Swief R.A. Comparison of modern heuristic algorithms for loss reduction in power distribution network equipped with renewable energy resources // Ain Shams Engineering Journal, 2018. Vol. 9, no. 4. Pp. 3347–3358.

3. Воркунов О.В. Количественная оценка показателей надежности электрических схем распределительных сетей напряжением 10 кВ / О. В. Воркунов, В. В. Максимов // Международный технико-экономический журнал. – 2022. – № 4. – С. 57-66.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПОДХОДЫ

Дубровская М.О.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

mariadubrovskaya04@gmail.com

Науч. рук. доц. Мухаметова Л.Р.

Проблема выброса парниковых газов и загрязнения окружающей среды остается актуальной. Первым шагом в сохранении экологии научное сообщество видит реформирование энергетической отрасли. В тезисе поведен анализ проблем энергетического планирования и выделены современные подходы стратегического планирования в энергетике.

Ключевые слова: энергетическое планирование, интеллектуальная энергетическая система, стратегическое энергетическое планирование, возобновляемые источники энергии.

Изменение климата является глобальной проблемой и тесно связано с потреблением ископаемых источников энергии. При этом производство и транспорт энергии являются крупнейшими источниками выбросов CO₂ и других парниковых газов. Поэтому необходимо определить новые способы производства и потребления энергии с использованием возобновляемых источников энергии.

Мы находимся в процессе серьезного перехода энергетической системы от централизованной энергетической системы, основанной на ископаемом топливе, к более децентрализованной системе, основанной на возобновляемых источниках энергии. В то же время это может также означать переход от отраслевых подходов к более интегрированным энергетическим системам, основанным на межсекторальных решениях и синергии.

Одним из возможных путей развития перехода является то, что некоторые новые части инфраструктуры энергоснабжения, преобразования и интеграции будут построены ближе к потребителям, например, в форме ветряных турбин, ТЭЦ, станций зарядки электромобилей, биотопливных установок и т. д.[1]. Тем не менее, до сих пор в энергетическом планировании наблюдается тенденция рассматривать различные сектора энергетической системы как в основном отдельные друг от друга.

С точки зрения интеллектуальных энергетических систем, необходимо развивать энергетическую систему как целостную интеллектуальную энергетическую систему, которая объединяет различные сектора, такие как электричество, тепло, газ. Совместная интеграция всех энергетических

секторов позволяет использовать синергию между секторами, что может привести к созданию более эффективной и гибкой энергетической системы – в отличие, например, от попыток устранить дисбалансы только внутри электроэнергетического сектора. Развитие такой энергетической системы – это больше, чем просто технический вопрос. Он тесно связан с социальными, экологическими и экономическими аспектами, что делает переход энергетической системы сложной задачей, требующей необходимой координации между институциональными уровнями и различными секторами. Таким образом, существует острая потребность в практике энергетического планирования, которая могла бы охватывать все эти элементы. Кроме того, энергетическое планирование должно быть способно учитывать проблемы местной энергетической системы в рамках концепции «умной» энергетической системы.

Стратегические энергетические планы разрабатываются на разных уровнях: от национального до городского[2]. Во многих случаях, чем дальше от национального уровня, тем сложнее становятся процессы планирования, поскольку реализация технологических решений становится более конкретной. Это означает, что цели, например, по развертыванию ветроэнергетики и централизованному отоплению, могут быть установлены на национальном уровне, но размещение и внедрение включает в себя более длительные процессы и более активное участие субъектов на местном уровне. Муниципалитеты и города обладают местными знаниями, которые невозможно получить на национальном уровне, поэтому координация между различными уровнями чрезвычайно важна. Если взять пример с уровня муниципалитета, то необходимо будет разработать общие цели для муниципалитета, принимая во внимание общие национальные и региональные цели. Муниципалитеты сосредотачивают внимание на местных энергетических целях, а не на национальных энергетических целях, а это может привести к субоптимизации. В то же время необходимо учитывать местные сообщества и города, в которых муниципальный стратегический энергетический план должен быть принят и реализован[3]. Таким образом, стратегическое энергетическое планирование на практике не может осуществляться только по принципу «сверху вниз» или «снизу-вверх», а, скорее, необходимо их сочетание для достижения общих целей таким образом, чтобы учитывать и уважать местные ценности и возможности. Страны поставили перед собой национальные энергетические цели по ограничению и предотвращению изменений климата, и для достижения этих целей по всему миру было внедрено множество различных подходов к энергетическому планированию. Вот некоторые из них: централизованное энергетическое планирование[4], децентрализованное энергетическое планирование, комплексное энергетическое планирование, общественное

энергетическое планирование, стратегическое энергетическое планирование [5].

Как и большинство процессов планирования, стратегическое энергетическое планирование следует рассматривать как динамический процесс со многими итерациями, которые выходят далеко за рамки первого стратегического энергетического плана. При долгосрочном энергетическом планировании приходится иметь дело с неопределенными и меняющимися условиями, включая технологическое развитие и меняющиеся потребности общества.

Источники

1. Усачева И.В., Пономарева Л.В., Антоненко В.В. Микросети для локального энергоснабжения децентрализованных потребителей: обзор международного опыта // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. №3. С. 167-184.

2. Холкин Д. Планирование энергосистем будущего // Энергетическая политика. 2022. №4 (170). С.82-93.

3. Цыбатов В.А. Стратегическое планирование энергоэффективного развития субъекта Российской Федерации // Экономика региона. 2018. Т. 13. №3. С. 941-954.

4. Стенников В.А., Славин Г.Б. Структуризация уровней централизации энергоснабжения // Энергетическая политика. 2015. №2. С. 55-63.

5. Маракова Н.И., Полаева Г.Б., Гайт М.А. Стратегическое планирование и критерии оценки развития топливно-энергетического кластера в условиях цифровой экономики // Инновации и инвестиции. 2023. №4. С. 317-321.

6. Krylova E.V., Andronovich S.A., Maksimova T.P., Mukhametova L.R. The Concept of the Power's Influence on the Economy: Theory and Methodology of the Issue // In IV International Scientific and Practical Conference (DEFIN-2021): Association for Computing Machinery, New York, NY, USA. 2021. Article 39.

С.1–3.

ПОКАЗАТЕЛИ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ – ПЕРВОКУРСНИКОВ

Емдиханов Р.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

emdihanov.ruslan@yandex.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доц. Будникова И.К.

Данная статья обсуждает важность умственной работоспособности студентов для успешной учебы. Она рассматривает различные показатели умственной работоспособности, такие как концентрация внимания, аналитические способности, память и умение решать проблемы. В заключении подчеркивается важность развития этих показателей для успешной адаптации студентов к учебному процессу и достижения высоких результатов.

Ключевые слова: умственная работоспособность, успешная учеба, студенты, концентрация внимания, анализ, запоминание информации, критическое мышление, решение проблем, оценка, факторы, адаптация, высокие результаты.

Умственная работоспособность является одним из ключевых факторов успешной учебы студентов. Она определяет способность студента концентрироваться, анализировать, запоминать информацию, решать проблемы и критически мыслить. Изучение показателей умственной работоспособности студентов важно, поскольку позволяет определить их потенциал и разработать эффективные стратегии обучения[1].

Одним из основных показателей умственной работоспособности первокурсников является их способность к концентрации внимания. В первые годы обучения в вузе студенты сталкиваются с новыми предметами, большими объемами информации и различными требованиями. Умение концентрироваться на поставленной задаче и не отвлекаться играет важную роль в успешном обучении.

Другим показателем умственной деятельности является способность к анализу и критическому мышлению[2]. Первокурсники должны научиться анализировать информацию, выделять ключевые моменты, оценивать актуальность и применимость полученных знаний. Критическое мышление помогает студентам развивать способность самостоятельно мыслить и принимать взвешенные решения.

Следующим важным показателем умственной работоспособности является способность запоминать информацию. Студенты сталкиваются с большим количеством новых понятий, терминов и фактов. Способность

эффективно запоминать и воспроизводить информацию помогает им хорошо справляться с учебными заданиями и экзаменами[3].

Наконец, важным показателем умственной работоспособности первокурсников является умение решать задачи [4]. Обучение в вузе требует от студентов развития навыков решения сложных задач и поиска новых подходов к решению проблем. Студенты должны научиться анализировать ситуации, выделять важные аспекты и предлагать разумные решения.

Для оценки умственной работоспособности студентов можно использовать различные методы и средства[5]. К ним относятся тесты на концентрацию внимания, аналитические задания, тесты на запоминание и решение задач. Эти методы позволяют оценить уровень умственной работоспособности студента и выявить области, требующие дальнейшего развития.

Важно отметить, что умственная работоспособность на первом курсе может быть различной и зависеть от ряда факторов, включая уровень стресса, физическое и эмоциональное состояние, а также индивидуальные особенности студентов. Поэтому необходимо учитывать контекст и создавать условия, способствующие развитию умственной работоспособности студентов[7].

В заключение следует отметить, что умственная работоспособность студентов-первокурсников играет важную роль в их успехе в учебе. Концентрация внимания, аналитические способности, память на информацию и умение решать проблемы являются важными составляющими эффективности учебного процесса. Исследование и развитие этих показателей поможет студентам успешно адаптироваться к обучению в вузе и добиться высоких результатов.

Источники

1. Шабанова Т. В. Психология учебно-познавательной деятельности студентов. М.: 2011.

2. Афанасьева, Н. Ю., Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента: учебное пособие / Н. Ю. Афанасьева. – Москва: КноРус, 2020. – 330 с.

3. Шендерович Л. Л. Развитие творческих способностей студентов. М.: 2015.

4. Развитие информационной среды высшей школы в условиях реализации сетевой формы. Шорина Т.В., Кирилова Г.И., Липатова И.А.// Вестник Казанского государственного энергетического университета.

2017. No 3 (35). С. 146-152 – [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35033048_41931435.pdf. (дата обращения: 12.10.23).

5. Шеремет Е. Н. Психология высшего образования в современном обществе. М.: 2014.

6. Пантелеев, Е. Р. Методы научных исследований в программной инженерии: учебное пособие для вузов / Е. Р. Пантелеев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-6781-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — [Электронный ресурс] URL: <https://e.lanbook.com/book/152439> (дата обращения: 15.10.23).

РАЗВИТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ УХОДА ИНОСТРАННЫХ ПОСТАВЩИКОВ ERP СИСТЕМ

Жаткин А.С.

Казанский кооперативный институт (филиал) автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования Центросоюза Российской Федерации «Российский университет коопераций»

jatkine@yandex.ru

Науч. рук. профессор Морозова Н.И.

В тезисе анализируется влияние цифровых технологий на управленческий учет, рассматривая переход компаний к отечественному программному обеспечению (ERP системы [1]) в свете ухода зарубежных поставщиков, а также выявляются возможности оптимизации процессов управленческого учета в условиях цифровой экономики.

Ключевые слова: бизнес-аналитика, искусственный интеллект, миграция данных, риски, оптимизация, безопасность данных, цифровая экономика.

Современные системы бизнес-аналитики/мышления (далее – BI-системы) и искусственного интеллекта (далее - ИИ)[2] играют ключевую роль в управленческом учете. В мире BI-системы становятся все более распространенными и разнообразными. Они предоставляют организациям возможность анализа больших объемов данных и принятия обоснованных решений. На отечественном рынке также наблюдается активное развитие BI и ИИ.

В текущих экономических условиях в России возникает много рисков, связанных с уходом иностранных поставщиков ERP систем, что в свою очередь создает возможности для разработчиков решений в области информационных технологий (далее – ИТ), а также для самих организаций, которые вынуждены в скором порядке производить смену ERP.

Необходимо учитывать следующее при разработке дизайна управленческого учета на предприятии:

- Цифровые технологии позволяют автоматизировать рутинные задачи, такие как ввод данных и обработка транзакций (автоматическое определение статей доходов и расходов, движения денежных средств и тому подобное). Это сокращает риск ошибок, улучшает отчетность и увеличивает эффективность процессов управленческого учета до 90%.

- BI-системы[3] позволяют обрабатывать и анализировать огромные объемы данных, что открывает новые возможности для выявления тенденций и паттернов в бизнесе. Скорость принятия решений может увеличиться в 2 раза, а время и затраты на внедрение ERP систем может сократиться до 30–40% за счет большей доступности таких систем для конечных пользователей и их гибкости при настройке.

- Компании несут дополнительные расходы на поддержание и внесение изменений во внедренные ERP системы, чтобы улучшить качество и прозрачность отчетности, при этом внешние консультанты достаточно дорогостоящие и не всегда понимают суть бизнеса клиента. BI-системы позволяют вносить изменения непосредственно сотрудниками организации, что сокращает затраты бизнеса и увеличивает скорость.

- Использование алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет создавать прогнозы, оптимизировать решения, в режиме реального времени вести диалог и отвечать на бизнес-запросы.

При этом не стоит забывать про основные риски и вызовы[4] при внедрении цифровых инструментов при смене ERP систем из-за ухода иностранных поставщиков программного обеспечения:

- Сложность в миграции данных: перенос данных из старых систем в новую цифровую среду может быть сложным и трудозатратным процессом. Необходимо обеспечить точность данных и минимизировать потери информации при миграции.

- Безопасность данных: цифровые технологии могут повысить риски в области информационной безопасности. Злоумышленники могут атаковать систему и украсть чувствительные данные. Необходимо уделять внимание защите данных и устанавливать соответствующие меры безопасности.

- Соответствие законодательству: в разных странах и отраслях существуют различные законы и нормативы, касающиеся хранения, обработки и защиты данных. Необходимо обеспечивать соответствие со всеми применимыми законами и нормами, чтобы избежать юридических проблем.

- Нехватка квалифицированных кадров: цифровые технологии требуют специалистов с соответствующими навыками. Недостаток квалифицированных кадров может замедлить внедрение и увеличить его стоимость.

- Интеграция с существующими системами: внедрение новых цифровых технологий должно быть интегрировано с существующими системами учета и управления. Это может быть сложной задачей, особенно если существующие системы устарели или несовместимы.

- Обучение персонала: персонал должен быть обучен работе с новыми технологиями. Это требует времени и ресурсов.

- Зависимость от поставщиков: внедрение цифровых технологий часто делает организацию зависимой от поставщиков программного обеспечения и услуг. Риск заключается в том, что изменения в политике поставщика или его проблемы могут повлиять на бизнес.

- Управление изменениями: внедрение новых технологий часто требует изменения бизнес-процессов и культуры организации. Управление изменениями и обеспечение поддержки со стороны сотрудников может быть вызовом.

- Стоимость и бюджет: внедрение цифровых технологий может быть дорогим проектом, и бюджетные ограничения могут вызвать проблемы.

- Потеря данных: неправильное управление данными или отказ технологических систем может привести к потере данных, что может иметь серьезные последствия.

Источники

1. Карленко М. А., Каргина Е. Н. Цифровая трансформация управленческого учета // Вестник Академии знаний. 2020. №3 (38) [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/>.

2. Кривошапова С. В., Гиль К. Ю. Повышение эффективности бухгалтерского и налогового учета на основе цифровых технологий. Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 112-116.

3. Farhan Qamar, журнал ACCA 05/2023, статья Doing data better - Automating the reporting process using Power BI can significantly speed things up [Электронный ресурс].

<https://abmagazine.accaglobal.com/global/articles/2023/may/business/doing-data-better.html>.

4. Субботина Т. Н., Васин Т. М. Риски цифровизации для российского предпринимательства // Modern Economy Success. 2023. № 3. С. 312-316.

ОЦЕНКА АСПЕКТОВ ПОДГОТОВКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА ДЛЯ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Мухаметжанов Р.Н.¹, Каминский С.О.², Зайногабдинов Р.Р.³,

^{1,2,3}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹ruustem@yandex.ru, ²wolf19980202@gmail.com, ³r-u-s-t-a-m-2000@mail.ru,

В тезисе сформирован перечень технических аспектов, с которыми необходимо работать эксплуатационному персоналу для эффективного обслуживания энергетической отрасли с учетом ее цифровизации. Проведена параллель практики построения цифровизации электроэнергетических систем и необходимых ключевых аспектов подготовки персонала.

Ключевые слова: цифровизация, электроэнергетическая отрасль, электроэнергетические системы, эксплуатационный персонал.

В современном мире электроэнергетика стоит на пороге кардинальных изменений. Цифровизация играет ключевую роль в трансформации отрасли, делая ее более устойчивой, эффективной и безопасной. Данное исследование рассматривает наилучшие практики построения и оптимизации цифровизации в электроэнергетических системах.

Цифровизация электроэнергетической отрасли приносит также новые возможности и вызовы, особенно в контексте подготовки и адаптации эксплуатационного персонала. Ключевые аспекты такой подготовки в параллели цифровизации электроэнергетической отрасли сведены в следующую таблицу.

Технические аспекты цифровизации	Аспекты подготовки эксплуатационного персонала
<p>1. Системы мониторинга и диагностики в реальном времени:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применение датчиков и сенсоров для сбора данных о состоянии оборудования, - первичное и вторичное электросетевое оборудование со встроенными портами связи, 	<p>1. Техническая подготовка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знание новых технологий: Понимание принципов работы цифрового оборудования, включая датчики, преобразователи, цифровые платформы управления, системы связи и т. д. - практический опыт: Проведение

<p>- микропроцессорные контроллеры.</p>	<p>практических занятий на модельных стендах и в реальной эксплуатационной среде.</p>
<p>2. Программные решения для обработки и анализа полученных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применение специализированного ПО [1], - предсказание и предотвращение аварийных ситуаций на основе анализа данных, - визуализация данных. 	<p>2. Программная подготовка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - освоение специализированного ПО: изучение программных решений для мониторинга, управления и анализа электроэнергетических систем, - автоматизация процессов: навыки работы с автоматизированными системами учета и контроля.
<p>3. Цифровые двойники:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создание виртуальных копий физических объектов для тестирования и моделирования различных сценариев [3], - необходимость работы с большими объемами данных, - оптимизация работы оборудования на основе данных от цифровых двойников 	<p>3. Освоение технологий баз данных и моделирования процессов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - освоение работы с базами данных, - изучение интерфейсов обмена данными, - изучение технологий анализа данных и моделирования процессов.
<p>4. Автоматизация и дистанционное управление:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использование автоматизированных систем управления для повышения эффективности работы, - дистанционное управление объектами через интернет. 	<p>4. Инженерная подготовка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение работы систем автоматизации, - изучение интерфейсов обмена данными.
<p>5. Кибербезопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита данных и систем от кибератак, - применение последних стандартов безопасности и регулярное обновление программного обеспечения. 	<p>5. Этические и правовые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита данных: Понимание значимости и методов обеспечения конфиденциальности и целостности данных, - соблюдение стандартов: Знание национальных и международных стандартов в области цифровой электроэнергетики.

<p>6. Интеграция с возобновляемыми источниками энергии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - гибкая интеграция с солнечными и ветровыми станциями, - автоматическое перераспределение нагрузки при изменении условий работы. 	<p>6. Инженерно-экономическая подготовка:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработка знаний о стоимости и вариантах финансирования [2], - изучение нормативно-правовой базы.
<p>7. Обучение персонала и применение ИИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обучение сотрудников работе с новыми технологиями, - применение искусственного интеллекта для анализа данных и автоматизации рутинных процессов. 	<p>7. Коммуникативные навыки, командная работа, обучение и переобучение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - взаимодействие с другими специалистами и подразделениями, - работа в команде при реализации проектов цифровизации, - постоянное обновление знаний: С учетом быстрого развития технологий необходимы регулярные курсы повышения квалификации, - гибкость и адаптивность: Способность быстро осваивать новые инструменты и методики.

Цифровизация электроэнергетических систем – это не просто новый тренд, это необходимость для устойчивого и эффективного развития отрасли[4]. Применение наилучших практик позволит гармонично интегрировать новые технологии в существующие системы и обеспечит их долгосрочное и надежное функционирование. Отсутствие же опыта их использования вызывает споры между сторонниками и критиками.

Цифровые технологии более экономичны на всех этапах: при проектировании, монтаже, пуско-наладке и эксплуатации. Они позволяют быстро расширять и модернизировать систему в процессе эксплуатации.

Подготовка эксплуатационного персонала к цифровизации в электроэнергетической отрасли требует комплексного подхода. Успех внедрения новых технологий во многом зависит от готовности специалистов к изменениям и их способности быстро адаптироваться к новой реальности. Учреждениям образования и корпоративным тренинговым центрам стоит уделить особое внимание адаптации учебных программ и методик обучения, чтобы соответствовать текущим и будущим требованиям отрасли.

Источники

1. Цифровизация в энергетике / Ю. С. Валеева, Р. С. Зарипова, К. А. Сарыев [и др.]. – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2023. – 229 с.
2. Воркунов О. В. Автоматизированная система учета расхода электрической энергии и контроля показателей ее качества / О. В. Воркунов, Г. Ф. Галимова // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации, Ростов-на-Дону, 10 июня 2023 года. – Махачкала: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2023. – С. 109-111.
3. Зарипова, Р. С. Цифровая трансформация университета / Р. С. Зарипова, О. В. Воркунов, А. В. Чупаев // Цифровые технологии в решении проблем современности : монография. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 107-116.
4. Цифровые технологии в решении проблем современности : монография / Р. С. Зарипова, Ю. С. Валеева, Ю. Н. Смирнов [и др.]. – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2023. – 298 с.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Зайногабдинов Р.Р.¹, Мухаметжанов Р.Н.²

¹ Филиал АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана, г. Казань, Россия

^{1,2} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹r-u-s-t-a-m-2000@mail.ru, ²ruustem@yandex.ru

В тезисе анализируются современные цифровые технологии в энергетике на примере использования датчиков температур, счетчиков электрической энергии с цифровым интерфейсом. Представлены основные принципы и преимущества цифровых технологий, сформулированы общепринятые принципы. Показано, что необходимым условием цифровизации энергетической отрасли является интеллектуальная обработка информации. Цифровая трансформация — это внедрение современных технологий в процессы предприятия, предполагающее кардинальные изменения в подходах к управлению, корпоративной культуре, внешних коммуникациях.

Ключевые слова: цифровизация, электроэнергетическая отрасль, цифровая подстанция, цифровизация, умные сети, SCADA, трансформаторные подстанции, электрические системы и сети.

Цифровизация электроэнергетической отрасли приносит новые возможности и вызовы[1,2]. Перечислим ряд таких аспектов при цифровизации электроэнергетической отрасли.

1. Системы мониторинга и диагностики в реальном времени.

Датчики позволяют следить за физическими показателями работы оборудования: силой тока, перепадами напряжения и так далее. Они фиксируют отклонения показателей от нормы и подают сигнал.



Рис. 1. Датчики мониторинга для сетей 0.4 кВ

2. Программные решения для обработки и анализа полученных данных.

Анализ данных - это работа с данными для их логической организации, их объяснения, придания им презентабельного вида и вывода. Это помогает извлекать из данных ценную информацию для принятия разумных решений.

3. Цифровые двойники.

Цифровая модель любых объектов, систем или процессов. Цифровой двойник нужен, чтобы смоделировать, что будет происходить с оригиналом в тех или иных условиях[3].

4. Сбор и передача данных.

Сбор и передачу данных целесообразно осуществлять при помощи устройства сбора данных (УСПД) и разветвителя интерфейсов. Обосновывается это тем, что данные с датчиков можно собрать в единую локальную сеть при помощи интерфейса rs-485[1] в разветвителе интерфейсов, после чего данные передаются в УСПД и дистанционно передаются в инженерную станцию.



Рис. 2. Разветвитель интерфейсов «Энергомера» и устройство сбора и передачи данных CE 805M от производителя «Энергомера»

На рисунке 3 представлена структурная схема локальной сети сбора данных на примере подключения «умных» счетчиков электроэнергии.

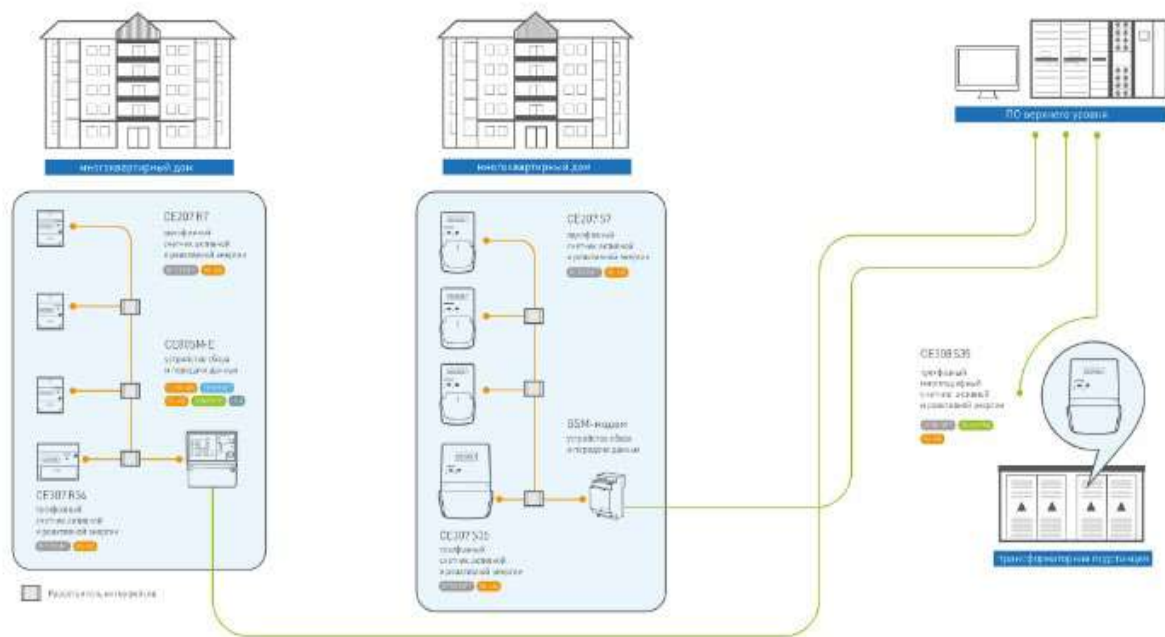


Рис. 3. Структурная схема сбора и передачи данных со счетчиков

Данная концепция была успешно внедрена в автоматизированную систему учета электроэнергии, состоящая из 13 счетчиков коммерческого учета, в административное здание в городе Казань. Принципиальная схема подключения приведена на рисунке 4.

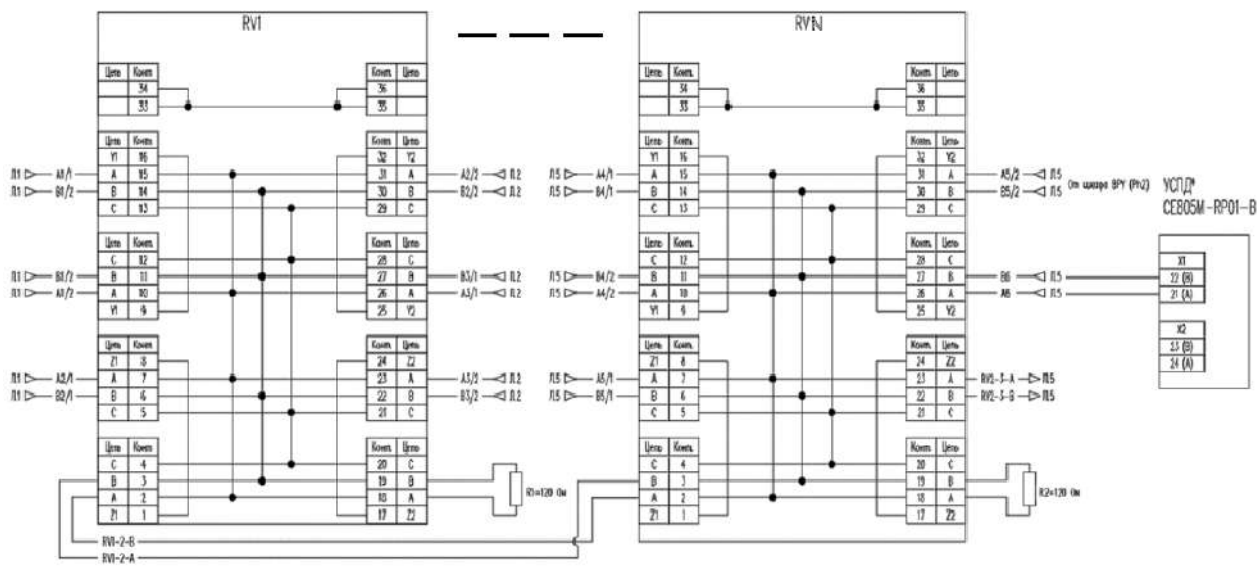


Рис. 4. Принципиальная схема сбора и передачи данных со счетчиков

Цифровизация электроэнергетических систем – это не просто новый тренд, это необходимость для устойчивого и эффективного развития отрасли. Применение наилучших практик позволит гармонично интегрировать новые

технологии в существующие системы (как показана здесь на примере внедрения системы автоматизированного сбора и передачи данных со счетчиков электроэнергии) и обеспечит их долгосрочное и надежное функционирование.

Источники

1. Цифровизация в энергетике / Ю. С. Валеева, Р. С. Зарипова, К. А. Сарыев [и др.]. – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2023. – 229 с.

2. Цифровые технологии в решении проблем современности : монография / Р. С. Зарипова, Ю. С. Валеева, Ю. Н. Смирнов [и др.]. – Казань : Казанский государственный энергетический университет, 2023. – 298 с.

3. Феоктистов, Д. И. Применение технологии смарт-контрактов блокчейн в области энергетики / Д. И. Феоктистов, О. В. Воркунов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2022. – № 6. – С. 48-50.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Залялетдинов А. Г.¹, Сандаков В. Д.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹spartak-2002@mail.ru, ²vitalysandakov@gmail.com

В данной работе рассмотрены возможности развития электроэнергетики под влиянием индустриализации 4.0, рассмотрена возможность интеграции цифровых технологий в сферу электроэнергетики. Рассмотрены требования, выполнение которых необходимо для цифровой трансформации в электроснабжении. В работе рассмотрены проблемы и перспективы развития электроэнергетической отрасли в условиях цифровизации.

Ключевые слова: электроэнергетика, управление электрическими системами, интеллектуальная сеть.

На сегодняшний день можно выделить следующие задачи, стоящие перед единой энергетической системой, а именно: повышения качества электроэнергии и электроснабжения, повышение уровня бесперебойности электроснабжения, что можно связать с поиском возможностей обнаружения и фиксации месс повреждения и начала аварийного процесса. На данный момент цифровизация электроэнергетической отрасли проявляется в следующем: использование роботизированных установок и беспилотных летательных аппаратов для мониторинга электрических сетей, контроль состояния электрооборудования с помощью электроники, особенно перспективными представляются алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ), используемые в системе электроэнергетики. Корректный подход к выбору необходимых мероприятий и способов их технической реализации для изменений в рассматриваемом направлении позволят повысить безопасность и качество предоставляемой продукции данной сферой экономики, поспособствует повышению устойчивости работы энергосистемы в целом.

Цифровая трансформация подразумевает под собой общую цифровизацию электроэнергетики, проявляющуюся в использовании цифровых способов контроля сетей электроснабжения, формировании новой парадигмы управления электроустановками. Стоит понимать, что данный процесс будет занимать достаточно длительный период времени, так как мероприятия связанные с данными изменениями в системе являются дорогостоящими, поэтому традиционная компоновка электрических сетей еще долго будет

актуальна. Особенно затратным является создание программного обеспечения необходимого для корректной работы и настройки искусственного интеллекта (нейронных сетей), а также оплата работы персонала, обслуживающего данные системы. Однако внедрение описанных выше методов контроля и управления позволит сократить рабочий штат сотрудников, занимающихся обслуживанием сетей, а также создать более технологичные профессии и повысить комфорт работы имеющимся.

Рассмотрим работу системы электроснабжения (см. рисунок).

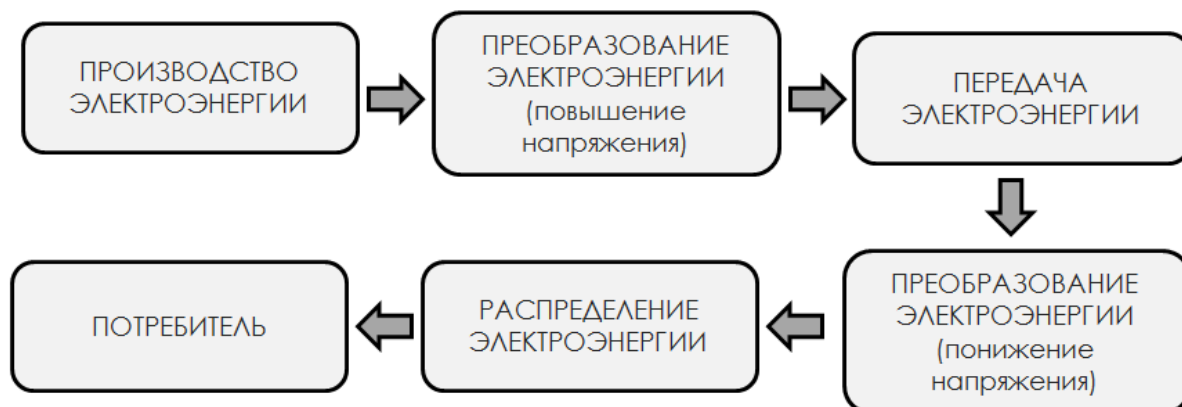


Рис. Схема производства – преобразования – потребления электроэнергии.

Проанализировав рисунок 1, можно выделить следующие этапы существования электроэнергии, которые возможно автоматизировать, а именно: производство электроэнергии, передача и распределение электроэнергии (применение умных сетей), преобразование электроэнергии (использование цифровых комплектных трансформаторных подстанций).

На данный момент первоочередным считается повсеместный переход на цифровые комплектные трансформаторные подстанции (КТП) в рамках развития «умных сетей», а также развитие активно-адаптивных сетей.

Рассмотрим технологии, используемые для достижения задач, связанных с модернизацией электрических сетей, применяемые ПАО «Россети» - крупнейшей в нашей стране и мире энергетической компании:

современные приборы учета (интеллектуальные счетчики), имеющие возможность передачи данных о состоянии сети, ее параметров в режиме реального времени, имеющие возможность включения в единую систему управления;

интеллектуально-адаптивные системы, имеющие возможность вести постоянную диагностику работы электрооборудования в режиме реального времени, с возможностью включения в единую систему управления [1, 2].

Подводя итог, можем сделать вывод, что цифровизация электроэнергетической отрасли является процессом постепенным, требующим значительных затрат. Также особое внимание необходимо уделить факторам, оказывающим влияние на используемые устройства и методы в процессе цифровизации сетей электроснабжения, в частности необходимо тщательно изучить вопрос кибербезопасности, решить задачу подбора оборудования для управления и мониторинга интеллектуальными сетями в условиях ограниченности ресурсов.

Источники

1. Феоктистов, Д. И. Применение технологии смарт-контрактов блокчейн в области энергетики / Д. И. Феоктистов, О. В. Воркунов // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2022. – № 6. – С. 48-50. – EDN VECSYH.

2. Куракина, О. Е. Модернизация трансформаторов / О. Е. Куракина, А. В. Вахитова // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "ИРОК", ИП Овчинников Михаил Артурович (Типография Алеф), 2022. – С. 145-146.

РОЛЬ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Зинатуллина Р. Р.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,
regzphoto@yandex.ru
Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Статья рассматривает роль визуализации и компьютерного моделирования в энергетике. Эти технологии позволяют ученым и инженерам изучать, анализировать и оптимизировать различные энергетические системы. Статья подчеркивает значимость компьютерного моделирования и визуализации в энергетике для оптимизации систем, повышения эффективности и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, визуализация, энергетика, энергетические системы, энергоэффективность, трехмерные модели, обучение.

Компьютерное моделирование и визуализация играют важную роль в энергетике, позволяя ученым и инженерам изучать, анализировать и оптимизировать различные энергетические системы[1, 2]. Эти технологии способствуют более эффективному использованию ресурсов, повышению энергоэффективности и снижению негативного влияния на окружающую среду [3]. В этой статье мы рассмотрим некоторые способы, которыми компьютерное моделирование и визуализация применяются в энергетике.

Повышение энергоэффективности было названо ключевым решением энергетической проблемы, но, возможно, ему уделялось не так много внимания, как того требует его огромный потенциал[4]. Это может быть связано с тем, что энергоэффективность - это не одно конкретное решение; скорее требуется множество небольших изменений и взаимосвязанных шагов[5]. Это противоречит амбициозным планам, таким как поиск нового неуглеродного источника энергии или других исключительно технологических решений, начиная от возобновления инвестиций в ядерную энергетику и заканчивая автоматизацией энергетических процессов в зданиях[6].

Энергетическое моделирование или моделирование энергетических систем – это процесс построения компьютерных моделей энергетических систем с целью их анализа[7]. Такие модели часто используют сценарный анализ для изучения различных предположений о действующих технических и экономических условиях. Результаты могут включать в себя технико-экономическое обоснование системы, выбросы парниковых газов, совокупные

финансовые затраты, использование природных ресурсов и энергоэффективность исследуемой системы. Используется широкий спектр методов, начиная от экономических и заканчивая инженерными. Математическая оптимизация часто используется для определения наименьших затрат в некотором смысле. Модели могут быть международными, региональными, национальными, муниципальными или автономными по охвату.

Компьютерное моделирование и визуализация позволяют оценивать варианты развития энергетической системы и исследовать их экономическую эффективность [8, 9]. Например, можно провести моделирование для определения оптимального смещения энергетических источников в данном регионе или стране с учетом их стоимости, энергоемкости и воздействия на окружающую среду. Такая информация может быть использована для принятия обоснованных решений о развитии энергетической инфраструктуры.

Компьютерная визуализация также играет важную роль в энергетической индустрии. С ее помощью можно создать трехмерные модели энергетических объектов и систем, что позволяет исследовать их внутреннюю структуру и взаимодействие компонентов. Такие визуализации могут быть использованы для обучения и показа работникам энергетических предприятий сложных процессов и операций. Кроме того, визуализация может быть полезна при общении с заинтересованными сторонами и позволяет демонстрировать результаты моделирования и анализа в удобной форме.

Таким образом, компьютерное моделирование и визуализация играют значительную роль в энергетике. Они помогают ученым и инженерам оптимизировать энергетические системы, повышать их эффективность и снижать негативное воздействие на окружающую среду. Благодаря этим технологиям возможны новые и инновационные подходы к разработке и управлению

Источники

1. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

2. Никоноров Д.П., Зарипова Р.С. Визуализация и компьютерное моделирование энергетических систем / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 584-587.

3. Дрони́на А.А., Зари́пова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С. 138-140.

4. Шакиров А.А., Зари́пова Р.С. Проблемы и перспективы внедрения информационных и управляющих систем для энергетических объектов / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. 2018. С. 147-149.

5. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

6. Овсе́нко Г.А. Автоматическая система управления процессами добычи и подготовки нефти на основе нейронной сети / Энергия-2022: материалы Семнадцатой всероссийской (девятой международной) научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Иваново, 2022. С. 20.

7. Гималетдинов А.Ф. Автоматизированное проектирование кабельных линий в программном комплексе Labview / А. Ф. Гималетдинов, О. В. Воркунов // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: XIV Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. – С. 227-231.

8. Воркунов О.В. Программный модуль для расчёта параметров электрической сети в программном комплексе labview / О. В. Воркунов, Э. И. Зайнутдинов, Т. И. Афанасьева // Вестник современных исследований. – 2018. – № 4.2(19). – С. 218-219.

9. Воркунов О.В. Оценка эффективности работы ветровых энергетических установок с помощью программного комплекса LabVIEW / О. В. Воркунов, А. И. Ихсанова, А. М. Гайнутдинова // Academy. – 2016. – № 8(11). – С. 9-10.

ПЛАНИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ НА ПРИМЕРЕ АО «ТАТЭНЕРГОСБЫТ»

Игошина Д.А.¹, Камалиева З.З.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

dasha293@mail.ru, kamalieva.zalia@yandex.ru, liliyamyhametova@mail.ru

Науч. рук. доц. Мухаметова Л.Р.

В меняющейся экономической среде и в условиях постоянных перемен, энергетические компании сталкиваются с необходимостью придавать большее значение поиску решений управления для обеспечения их эффективной работы. Для достижения этой сложной задачи, они должны разработать стратегию развития. В этой статье представлены исследовательские результаты, связанные с основными поведенческими стратегиями, которые используются энергетическими компаниями.

Ключевые слова: стратегическое развитие, энергокомпании, планирование, стратегия.

Одним из неотъемлемых компонентов эффективного управления, без которого ни одна процветающая организация на данный момент не может обойтись, является стратегическое развитие. Необходимость разработки стратегии развития организаций объясняется потребностью осуществления превентивной реакции на текущие и будущие вызовы, исходящие из внешней среды, а также эффективное использование ресурсов и перспектив организации с целью достижения стабильного положения. В соответствии с объективной реальностью электроэнергетика считается основополагающей отраслью, состояние развития которой влияет на качество жизни населения, а также на уровень энергетической стабильности, энергетической безопасности и экономического благосостояния региона. Таким образом, рассматривается разработка качественной и эффективной стратегии развития электроэнергетической организации как фундаментальный рычаг управления, нацеленный на обеспечение эффективности деятельности в долгосрочной перспективе, что требует подробного анализа и изучения.

В данный момент в условиях острой конкуренции и экономической нестабильности компаниям необходимо не только выходить на рынок, но и обеспечить надежное закрепление и последующее развитие. Учитывая динамические изменения в окружающей среде, распространение глобальных экономических процессов, нестабильность мирового финансового рынка, активное продвижение технологий и информационных сетей, а также

множество других факторов, значимость стратегического развития практически взлетела на небывалые высоты, являясь фундаментом для успешного прогресса компаний[1].

Изначально стратегическое развитие было трактовано как планирование долгосрочного выпуска продукции и освоение рынков. После данный термин начал приобретать все более широкое значение и стал определять выбор сферы бизнеса. Позже, в результате динамического развития и изменения внешней среды, основным элементом стратегического развития стала способность компаний адекватно реагировать на вызовы, исходящие от окружения[2].

Основной целью данного исследования является изучение процесса формирования и выбора стратегии развития организации на примере АО «Татэнергосбыт».

Необходимость выбора и реализации стратегии возникла в результате появления конкурирующих энергосбытовых компаний в Республике Татарстан и самостоятельного выхода крупных предприятий на оптовый рынок электроэнергии и мощности[3].

Акционерное общество "Татэнергосбыт" определило следующие пути стратегического развития:

1. Развитие энергосбытовых услуг: компания должна расширять свои услуги, предлагая клиентам не только поставку электроэнергии, но и другие энергосбытовые услуги, такие как энергетическое консультирование, энергоаудит и энергетическое оборудование. Это поможет укрепить позиции компании на рынке и привлечь новых клиентов.

2. Развитие альтернативных источников энергии: в свете растущего интереса к экологически чистым источникам энергии, «Татэнергосбыт» должен активно развивать альтернативные источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия. Это позволит компании диверсифицировать свои источники энергии и улучшить свою экологическую репутацию[4].

3. Развитие цифровых технологий: «Татэнергосбыт» необходимо интегрировать цифровые технологии в свои процессы, такие как управление клиентскими данными, мониторинг потребления энергии и управление сетями. Это позволит компании повысить эффективность своей работы.

4. Развитие партнерских отношений: «Татэнергосбыт» должен активно развивать партнерские отношения с другими компаниями в энергетической отрасли, а также с государственными органами и муниципалитетами. Это позволит компании улучшить свою конкурентоспособность и расширить свою клиентскую базу.

5. Развитие международного сотрудничества: компания должна активно развивать сотрудничество с зарубежными компаниями в энергетической

отрасли, особенно в области альтернативных источников энергии. Это поможет компании получить доступ к новым технологиям и рынкам.

Важно отметить, что конкретная стратегия развития «Татэнергосбыт» будет зависеть от внешних и внутренних факторов, а также целей и задач компании.

В целом, планирование стратегического развития энергетических компаний является сложным и многоаспектным процессом, который требует тщательного анализа внешней среды, определения целей, разработки альтернативных вариантов и выбора оптимальной стратегии[6]. Кроме того, такой процесс должен быть гибким и способным приспособиться к изменяющимся условиям и требованиям рынка. Планирование стратегического развития помогает компаниям определить свою конкурентоспособность, разработать эффективные меры для ее увеличения и успешного развития в протяжении долгосрочной перспективы.

Источники

1. Воробьева Е.О., Якимова Е.А., Ружанская Л.С. Стратегии управления электроэнергетическими компаниями с иностранным капиталом в условиях экономической нестабильности// Магистерская диссертация. 2018. С. 10-12.

2. Камчатова, Е. Ю. Управление инновационной деятельностью компаний, доминирующих на рынке (монография). М.:Перо, 2019. С. 209

3. Тимофеев Д. И. Монополия и конкуренция: эволюция стратегий энергокомпаний / Д. И. Тимофеев // Микроэкономика. 2018. № 6. С. 43-48.

4. Абрамова А.В. Методика внедрения бережливого производства в электроэнергетической организации // Проблемы современной науки. – 2019. – № 2 (46).

5. Ахметова И.Г., Мухаметова Л.Р. В сборнике: Факторы развития экономики России. сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции. Под редакцией В.А. Петрищева (отв. редактор), Л.А. Карасевой, А. В. Романюка. 2020. С. 102-107.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ГОДОВОГО ОТЧЕТА НА РОССИЙСКОМ ПРОДУКТЕ FASTREPORT

Ильина Д.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Ilinadiana99@gmail.com

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В современном мире каждый процесс современной компании автоматизирован. Трудно приходится тем, кто еще занимается ручным трудом там, где можно облегчить жизнь и ускорить выполнение задач. В данной статье показан процесс разработки и внедрения программного средства создания годового отчета для АО «Татэнерго».

Ключевые слова: информационные технологии, отчет, FastReport, анализ процессов, модель, проектирование, разработка, программное средство, тестирование.

АО "Татэнерго" является одним из ведущих энергетических комплексов в России. Компания специализируется в области генерации и распределения электроэнергии, а также изучении и внедрении инновационных решений в энергетической сфере. Одной из значимых черт компании является ее стратегическое направление на использование возобновляемых источников энергии. "Татэнерго" активно внедряет солнечные, ветровые, гидроэнергетические и другие инновационные технологии для генерации чистой энергии. Такое устойчивое развитие способствует сокращению выбросов вредных веществ и уменьшению зависимости от традиционных ископаемых источников[1].

В ходе анализа производственных процессов АО «Татэнерго» были выявлены проблемы, препятствующие эффективной работе предприятия. Основными из них стали задержки в составлении заказов, долгое составление отчетов, устаревание используемых программ. Главный недостаток состоит в том, что отчеты компании формируются вручную.

Цель работы – разработка программного средства, которое позволит сформировать годовой отчет на определенный срок с выбором филиалов и способом выполнения. Для его создания были выбраны программа FastReport, языки программирования C# и SQL, база данных MySQL.

Разработка программного средства на российском продукте FastReport является выгодным и эффективным решением для многих компаний и разработчиков[2]. Удобный интерфейс, широкие возможности и высокое качество отчетов делают FastReport одним из лучших инструментов для работы

с отчетами и бизнес-аналитикой[3]. Поддержка российского производителя также важна для развития отечественной ИТ-индустрии и создания конкурентоспособного программного обеспечения.

Создание продукта можно разделить на несколько этапов[4]. Для начала необходимо запустить FastReport и подключиться к базе данных, если не получается, то через код. Далее создать макет отчета с нужными параметрами и ключами. Также в самой программе можно задать группировки и сортировку. Сделав все это, необходимо приступить к разработке кода. Для программирования был выбран язык С#. Это объектно-ориентированный, простой и в тоже время мощный язык программирования, который позволяет создавать многофункциональные программы[5]. Данный язык позволяет быстрее, чем любой другой язык разрабатывать программные решения, отличается надежностью, имеет большое разнообразие синтаксических конструкций.

При запуске отчета на экране появляется диалоговое окно (рис. 1), на котором пользователь должен выбрать нужные ему свойства для формирования: компанию (филиал), способ выполнения и год (расчет идет за последние 5 лет).

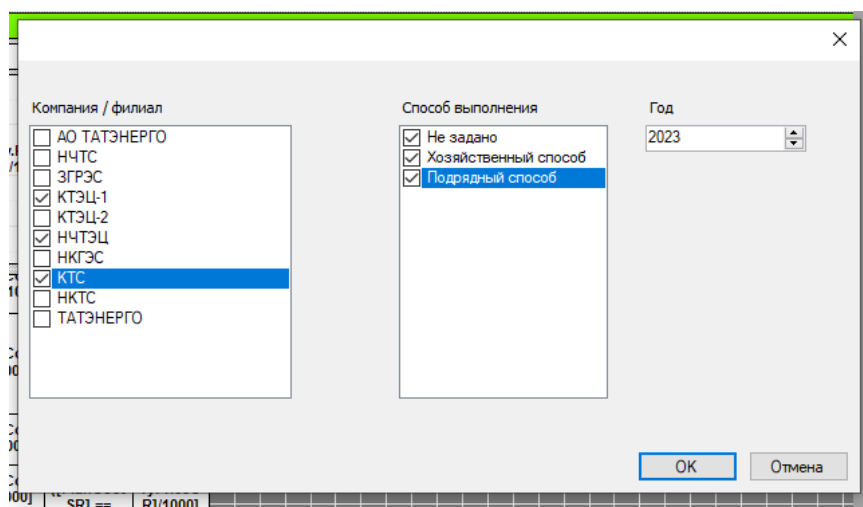


Рис.1. Окно параметров при запуске программы

Далее отчет формируется и выводится на экран в виде предварительного просмотра. Его можно сохранить, печатать или экспортировать в другие программы, например, в Microsoft Excel (рис.2).

Можно отметить, что программный продукт является работающим. Правильно осуществляются две группировки, выводится «итога» по первой группе и сумма по всему отчету, вывод значений происходит по алфавиту, нумерация параметров – по группам (первая группировка).

Годовой план ремонта по филиалу АО "Татэнерго" «КТЭЦ-1,НЧТЭЦ,КТС» на 2023 (Не задано,Хозяйственный способ,Подрядный способ)

Цех	№ п/п	Индекс фактического технического состояния объектов ремонта	Наименование объекта ремонта (Актив)	Вид ремонта	Наименование работ, в том числе сверхтиповые	Плановая стоимость, тыс.руб без НДС			Срок выполнения	Обоснование				Дата предыдущего кап.ремонта	Способ выполнения работ	Инв. № Основного инвентарного объекта	Межремонтный период	Прогнозная дата след. Д.КР	СП И капитального ремонта (мес.)
						Итого	Стоимость услуг	Запчасти, материалы		№ сметы	№ и дата обосновывающего документа	Стратегия ремонта							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ЗАДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ																			
Восточный эксплуатационный район																			
Восточный эксплуатационный район	1		Здания ЦТП выведенные из эксплуатации (Активы неэксплуатируемые, ВЭР)	Текущий ремонт	ТИПОВЫЕ РАБОТЫ: - / СВЕРХТИПОВЫЕ РАБОТЫ: Текущий ремонт ЦТП 37/1	2,782	2,782	0,000	07.02.2023 - 20.10.2023		Капитальный ремонт ЦТП 22	По состоянию		ХСП	ПРДУ СТ30 016				
Восточный эксплуатационный район	2		Строительные конструкции здания (Базовый объект по ул. Голубятникова 7а, ВЭР)	Текущий ремонт	ТИПОВЫЕ РАБОТЫ: - / СВЕРХТИПОВЫЕ РАБОТЫ: Текущий ремонт здания	39,512	39,512	0,000	01.03.2023 - 31.03.2023		Капитальный ремонт здания	По состоянию		ХСП	ЗДН ПР31 0143				

Рис. 2. Вывод сформированного отчета

Таким образом, данное программное средство значительно облегчит процесс создания годового отчета компании и ускорит время выполнения.

Источники

1. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Исследование систем планирования ресурсов предприятия / Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 2-3. С. 181-186.
2. Антипова Т.С., Зарипова Р.С. Перспективы и проблемы импортозамещения информационных технологий в России / Наука Красноярья. 2019. Т. 8. № 4-4. С. 11-14.
3. Антошкин В.А. Динамическая сортировка и фильтрация данных в отчетах FastReport / Информатика и прикладная математика. 2012. №18. С. 6-8.
4. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы и перспективы внедрения информационных и управляющих систем для энергетических объектов / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. 2018. С. 147-149.
5. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Кадырмятов Ю. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

yulian.02@bk.ru

Науч. рук. к. ф-м. н., доцент Денисова Н. В.

Достичь необходимых показателей освещённости и уменьшить потребление электроэнергии можно не только используя источники освещения с высокой светоотдачей, но и применяя новые материалы дорожного покрытия, обладающие более высоким коэффициентом отражения. В данной статье рассматриваются, анализируются и сравниваются различные технические решения, применяемые для освещения автодорожных тоннелей.

Ключевые слова: светодиоды, ДНаТ лампы, оптимизация освещения, Dialux Evo.

Система освещения автодорожных тоннелей должна обеспечивать наиболее удобный и безопасный способ передвижения в нём автомобиля, стремясь к созданию одинаковых условий при въезде и выезде из него. Наибольшее потребление электроэнергии тоннелями приходится на дневное время, когда за его пределами наблюдается большая яркость.

В соответствии с нормами необходимо обеспечить особо освещённую зону в тоннеле, которая будет подготавливать глаза водителей к смене уровня освещённости, так как освещённость в самом тоннеле допускается на уровне 3 - 6 Кд/м², а освещённость на въезде и на выезде поднимается выше 100 Кд/м². Длина такой зоны прямо пропорциональна значению освещённости входной зоны, так как глаза водителя должны адаптироваться к новым условиям, а период адаптации занимает значительное время. В связи с этим данная особая зона требует высокого уровня освещённости[1].

Можно выделить два основных пути уменьшения затрат на электроэнергию. Первым, и наиболее очевидным, является замена ламп высокого давления на светодиодные источники света, которые потребляют меньше электроэнергии и имеют более долгий эксплуатационный период. Вторым решением является смена дорожного покрытия на асфальт с более высоким коэффициентом отражения видимого спектра[2].

Рассмотрим четыре варианта освещения тоннелей. Планирование и расчёт освещения выполнялся в программе Dialux Evo.

1 вариант. Использование только натриевых ламп высокого давления (ДНаТ) и обычного асфальта. Данное сочетание используется чаще всего.

Дорожное покрытие представляет собой асфальт, образованный битумной смесью с коэффициентом отражения светового излучения 7%. Данный вариант освещения является самым дорогостоящим из-за высоких периодических затрат, хотя по дороговизне установки он находится на 3 месте. Срок окупаемости прием равным сроком службы системы освещения тоннеля, около 10 лет.

2 вариант. Отличием от первого варианта является замена светодиодными лампами лампы ДНаТ. Полная замена ламп будет произведена в середине тоннеля, то есть в местах с низкими требованиями освещённости. В особо освещённых зонах предусматривается комбинирование источников света, так как в дневное время необходим сильный световой поток, который будут обеспечивать ДНаТ лампы. В ночное время ДНаТ лампы будут отключены, использоваться будут только светодиодные источники света. По сравнению с первым вариантом, затраты на установку увеличиваются на 26%, но уменьшаются периодические затраты на электроэнергию и обслуживание системы освещения. Срок окупаемости данной системы в сравнении с первым вариантом составляет порядка 7 лет, что обуславливается дороговизной светодиодных источников света.

3 вариант. Отличается от первого варианта применением специального асфальта с высоким коэффициентом отражения. Особенностью данного асфальта является применение углеводородной смолы с низким содержанием асфальтенов, что придаёт ему характерный желтый светлый цвет. Средний коэффициент отражения в диапазоне видимого излучения составляет 15%. Несмотря на то, что специальный асфальт дороже обычного, установка всей системы освещения стоит на 14% меньше, чем первый вариант, что делает его самым дешёвым вариантом по стоимости установки. Это вызвано уменьшением количества используемых ламп ДНаТ. Также данный факт уменьшает общие затраты на 60% на протяжении 10 лет в сравнении с первым вариантом [3].

4 вариант. Сочетает в себе использование светодиодных источников света с специальным асфальтом. Данное решение требует вложения больших денежных средств на установку по сравнению с 1 вариантом на 20% из-за дороговизны светодиодных ламп. Также по сравнению с 1 вариантом экономия электроэнергии составляет 44% и 80% экономии на обслуживании. В сравнении с 3 вариантом экономия электроэнергии составляет 2% и экономию на обслуживании в размере 36%.

По стоимости установки самым дорогим вариантом является 2, так как в нём используется большое количество светодиодных ламп. На втором месте стоит 4 вариант, так как в нём также используются светодиодные лампы, но в меньшем количестве по сравнению со вторым вариантом, что достигается благодаря использованию специального асфальта. На третьем месте стоит 1

вариант. И самым дешёвым по установке является 3 вариант, благодаря уменьшенному использованию ДНаТ ламп, из-за специального асфальта.

По общей стоимости затрат на протяжении 10 лет использования самым экономичным является 4 вариант, в котором сочетается использование светодиодных светильников со специальным асфальтом. На втором месте стоит 3 вариант, в котором применяется специальный асфальт и только лампы ДНаТ. На третьем месте стоит 2 вариант, основанный на использовании светодиодных ламп с обыкновенным асфальтом. Самым дорогостоящим вариантом является первый, в котором сочетается обыкновенный асфальт и ДНаТ лампами.

Таблица 1.

Краткое изложение экономического анализа.

Категории сравнения	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Общая стоимость	366869 300, руб.	362361 650, руб.	217409 920, руб.	217409 920, руб.
Ежегодная экономия электроэнергии	-	68518, кВт*ч	109091 8, кВт*ч	114636 9, кВт*ч
Ежегодные траты на техническое обслуживание	194794 0, руб.	138145 0, руб.	901110, руб.	331520, руб.
Среднегодовые затраты	366869 30, руб.	362361 65, руб.	219807 62, руб.	217409 92, руб.
Общая стоимость	366869 300, руб.	362361 650, руб.	219807 620, руб.	217409 920, руб.
Общая экономия	-	450765 0, руб.	145750 360, руб.	149459 380, руб.

Можно сделать вывод, что применение специального асфальта является крайне положительным вариантом, так как не требует больших затрат на установку, по сравнению с другими вариантами и даёт значительную экономию денежных средств при длительном использовании.

Источники

1. ГОСТ Р 56334-2015 «Тоннели автодорожные. Освещение

искусственное Нормы и методы расчета».

2. Pisello, A.L.; Castaldo, V.L.; Taylor, J.E.; Cotana, F. Expanding Inter-Building Effect modeling to examine primary energy for lighting. Energy Build. 2014, 76, 513–523.

3. Фугенфиров, А. А. Проектирование транспортных тоннелей /А.А. Фугенфиров. - Омск: СибАДИ, 1998. -218 с.

ЭНЕРГЕТИКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Кобелева А.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

azaliya9222@gmail.com

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В статье исследуются актуальные тенденции и перспективы развития энергетики нового поколения, включая возобновляемые источники энергии и эффективное использование ресурсов.

Ключевые слова: энергетика, истощение энергии, использование энергии, возобновляемые источники энергии, рациональное использование ресурсов.

Современные энергетические вызовы, такие как истощение традиционных источников энергии, изменение климата и увеличение энергопотребления, требуют решительных действий и инновационных подходов[1, 2]. Переход к энергетике нового поколения, основанной на возобновляемых источниках энергии, эффективном использовании ресурсов и учете экологической устойчивости, становится критически важным для обеспечения устойчивого будущего нашей планеты[3].

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) являются ключевым компонентом энергетики нового поколения и играют важную роль в устойчивом развитии[4]. В данный момент известно о данных ВИЭ: солнечная энергия, ветровая энергия, гидроэнергия, биомасса, геотермальная энергия, океанская энергия, солёные батареи, энергия водорода, солнечные концентраторы, искусственные фотосинтезаторы[5]. Эти разнообразные технологии объединяются для создания более устойчивой, чистой и доступной энергетической системы, способствуя борьбе с изменением климата и обеспечению потребностей растущего населения планеты[6].

Также важным аспектом является не только изобрести новый источник энергии, но и внедрить его и добиться максимальной эффективности энергоресурса[7]. Эффективное использование энергоресурсов играет ключевую роль в современном мире, где потребление энергии постоянно растет. Развитие новых технологий и систем управления позволяет оптимизировать процессы и увеличить эффективность использования энергии. Смарт-системы в зданиях, умные сети и автоматизированные производственные линии помогают снижать потребление энергии[8]. Проектирование зданий с учетом энергоэффективности и использование экологически чистых материалов

способствуют снижению потребления энергии в сфере строительства. Управление отходами и их переработка могут привести к высвобождению энергии, например, в виде биогаза из органических отходов. Развитие зарядной инфраструктуры для электромобилей способствует переходу на более чистые виды транспорта и снижению зависимости от ископаемых топлив[9, 10]. Финансовые ин센тивы, такие как субсидии, налоговые льготы и кредиты на энергоэффективные проекты, могут стимулировать бизнес и частных лиц к внедрению мероприятий по сокращению потребления энергии. Эффективное использование энергоресурсов является важной составляющей устойчивого развития и борьбы с изменением климата, что делает эту тему актуальной и приоритетной в современном мире.

Как у любой сферы, у энергетики есть перспективы развития, прогнозы указывают на дальнейший рост доли энергии, генерируемой из возобновляемых источников, таких как солнце и ветер. Это связано с увеличением эффективности технологий и снижением стоимости оборудования. Ожидается рост рынка электромобилей[11] и батарейного хранения энергии, что увеличит спрос на возобновляемую энергию и изменит способы потребления и распределения электроэнергии. Водородная энергия рассматривается как перспективный носитель энергии, который может использоваться для хранения и перевозки энергии в виде водородных топливных элементов. Прогнозы указывают на более глубокую интеграцию между секторами энергетики и информационных технологий. Это включает в себя использование аналитики данных, искусственного интеллекта и блокчейна для оптимизации операций и управления энергией. Прогнозы развития энергетики нового поколения подчеркивают не только важность устойчивости и эффективности, но и роль инноваций и сотрудничества в создании энергетической системы будущего.

Эффективное использование энергоресурсов имеет важное значение, особенно в условиях постоянного роста потребления энергии. Энергетика нового поколения — это не только неотъемлемая часть устойчивого развития, но и ключевой фактор в обеспечении будущей энергетической устойчивости и формировании энергетической системы будущего.

Источники

1. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С.138-140.

2. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в

топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

3. Овсеенко Г. А. Автоматическая система управления процессами добычи и подготовки нефти на основе нейронной сети / Энергия-2022: материалы Семнадцатой всероссийской (девятой международной) научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Иваново, 2022. С. 20.

4. Никифорович А.А., Зарипова Р.С. Альтернативные источники получения электроэнергии для станций зарядки электромобилей как способ заботы об экологии / Бутаковские чтения: сборник статей II Всероссийской с международным участием молодёжной конференции. Томск, 2022. С. 412-413.

5. Мухаметгалиев С.И., Эшелиоглу Р.И. Актуальные вопросы цифровой трансформации в электроэнергетике / Научный аспект. 2022. Т. 3. № 5. С. 318-324.

6. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

7. Никифорович А.А., Зарипова Р.С. Тренажеры-генераторы электричества как элемент «зеленого маркетинга» / Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 113-116.

8. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Применение искусственного интеллекта в сфере энергетики / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 551-554.

9. Максимов В.В. Внедрение электрических зарядных сетей для электробусов в городе Казани / В.В. Максимов, О.В. Воркунов, Л.Ф. Загидуллина // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 92-99.

10. Ишелев И.Ю. Состояние и перспективы развития электроэнергетики России / И.Ю. Ишелев, О.В. Воркунов // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VII Национальной научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 561-563.

11. Юсупова, И.В. Актуальная повестка развития зарядной инфраструктуры для транспортных средств с электродвигателями в России /

И.В. Юсупова, А.Г. Арзамасова, Д.К. Селезнев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2022. – № 3(66). – С. 123-136.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОПТИМИЗАЦИИ ТОВАРНЫХ ОСТАТКОВ

Коданева А.В.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В настоящее время процесс учета и управления остатками товаров осуществляется вручную, что часто приводит к ошибкам и неэффективному использованию ресурсов. Разработка математической модели позволит нам оптимизировать процесс учета и управления товарными остатками, минимизировать вероятность ошибок и повысить эффективность использования ресурсов.

Ключевые слова: математическая модель, оптимизация, закупки, товарный остаток, торговля.

Ручной подсчет товарных остатков требует значительного количества времени и усилий со стороны сотрудников, а также подвержен человеческим ошибкам, связанным с недостаточной точностью подсчета или неверной интерпретацией данных[1]. Это может привести к неправильным решениям в планировании закупок, сбыта и управлении складскими запасами[2].

Разработка математической модели позволит нам оптимизировать процесс учета и управления товарными остатками, минимизировать вероятность ошибок и повысить эффективность использования ресурсов[3]. В результате внедрения данной математической модели мы ожидаем значительное улучшение в планировании и управлении товарными запасами, уменьшение непродуктивных расходов на складские запасы и повышение уровня обслуживания клиентов[4, 5].

Допустим, что n – количество магазинов, X – общее количество товара, которое будет доставлено на общий склад; D_i – спрос на товар в магазине i , где i принимает значения от 1 до n ; R_i – количество товара, которое будет возвращено поставщику из магазина i , где i принимает значения от 1 до n ; T – время доставки товара от поставщика на склад, тогда целевая функция будет иметь вид:

$$F = X - (D_1 + D_2 + \dots + D_n) + \Sigma(R_i) \rightarrow \min$$

Ограничения будут иметь вид:

$$\begin{aligned} X &\geq D_1 + D_2 + \dots + D_n - \Sigma(R_i) \\ X &\geq 30 * (D_1 + D_2 + \dots + D_n) + T \end{aligned}$$

Целевая функция минимизирует разницу между общим количеством доставленного товара (X) и суммарным спросом во всех магазинах ($D_1 + D_2 + \dots + D_n$), плюс сумма количества товара, которое будет возвращено поставщику из каждого магазина ($\Sigma(R_i)$ for $i = 1$ to n).

Ограничение гарантирует, что на складе будет достаточное количество товара для удовлетворения спроса во всех магазинах ($X \geq D_1 + D_2 + \dots + D_n - \Sigma(R_i)$ for $i = 1$ to n), учитывая возврат товара поставщику из каждого магазина, и обеспечивает запас товара на определенный период времени (больше чем на 30 дней), включая время доставки ($X \geq 30 * (D_1 + D_2 + \dots + D_n) + T$).

Успешно осуществлена проверка адекватности предложенной математической модели оптимизации товарных остатков. После проведения анализа результатов моделирования и оценки возможности и качества функционирования системы, были получены положительные результаты.

Анализ результатов моделирования показал, что модель успешно минимизирует разницу между общим количеством доставленного товара и суммарным спросом во всех магазинах, а также учитывает количество товара, возвращаемого поставщику из каждого магазина. Она позволяет оптимизировать запасы товаров на складе и обеспечивает достаточное количество товара для удовлетворения спроса в магазинах на протяжении определенного периода времени, включая время доставки.

Также было проведено сравнение результатов моделирования с реальными данными и обнаружено, что модель достаточно точно предсказывает спрос на товары и рассчитывает оптимальное количество товара для доставки на склад. Это свидетельствует о надежности и качественном функционировании модели.

В целом, проверка адекватности математической модели оптимизации товарных остатков показала, что она эффективно решает задачу планирования и управления запасами товаров, минимизирует вероятность ошибок и повышает эффективность использования ресурсов.

Источники

1. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р. Автоматизация складских процессов на предприятиях / Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 3-3. С. 65-70.
2. Гараев И.А., Зарипова Р.С. Автоматизация процесса решения экономических и математических задач методом Крамера / Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 3-3. С. 55-59.
3. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.
4. Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Применение программного комплекса LabView для задач численного моделирования и визуализации объектов / Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: материалы Национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 245-248.
5. Гималетдинов А.Ф. Проектирование кабельных линий с использованием однофазных кабелей с изоляцией из СПЭ в программном комплексе Labview / А. Ф. Гималетдинов, О. В. Воркунов // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы V Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. – С. 396-399.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ДЛЯ ПЛАТЫ МОДУЛЯ ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИИ

¹Кузеев Д.Р., ²Якупов Н.М. ³Галиева Т.Г.

^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

¹kuzeev05@mail.ru, ²janijaz@yandex.ru

В настоящее время количество контролируемых параметров технологических процессов в промышленном производстве становится всё больше и больше, в связи с чем и возникает необходимость в создании централизованных систем контроля. С их помощью можно было бы быстро провести обследование состояния контролируемых величин. Для отображения и управления этими параметрами могут использоваться цифровые дисплейные модули. В данной статье рассматриваются данные по разработке схемы для платы модуля цифровой индикации.

Ключевые слова: устройства цифровой индикации, разработка, оборудование, световые индикаторы, проектирование, модуль

В настоящее время большое количество приборов часто отображают информацию в цифровом виде. От типа индикации может зависеть скорость и точность ее восприятия человеком. Поэтому для более точного восприятия используют цифровые индикаторы сегментного типа. Благодаря специфическому расположению сегментов очень легко различить отображаемые на них значения, а также создается максимальное расстояние, с которого значение может быть точно считано. Большое распространение получили сегментные индикаторы светодиодного типа. Скорее всего это связано с конструктивной простотой таких индикаторов и хорошей контрастностью. Также одним из несомненных преимуществ этих показателей является широкий диапазон рабочих температур[1].

Системы отображения цифровой информации являются важным элементом многих электронных устройств, таких как цифровые часы, мобильные телефоны и мониторы компьютеров. Эти устройства основаны на сегментных индикаторах. Они бывают разных видов. Наиболее распространенным является 7-сегментный индикатор. В данной статье рассматривается 16-сегментный индикатор, так как он даёт больше пространства для маневра[2].

Данные светодиодные индикаторы и их различные виды могут быть использованы в зависимости от желаемых характеристик и особенностей определенной задачи. Для того чтобы выводить данные на такой индикатор,

контрольная микросхема должна подавать ток по определённому времени на общие выводы всех разрядов, в то время как на выводы сегментов ток подаётся в зависимости от того, горит ли данный сегмент в данном разряде. Следовательно, для того чтобы получить десятизначный экран калькулятора, нужно задействовать всего 18 выводов, то есть 8 анодов и 10 катодов. Современные однокристалльные микроконтроллеры, которые оснащены интерфейсом ввода-вывода, подключают 16-сегментные светодиодные индикаторы прямо к своим выходным контактам без использования каких либо дополнительных микросхем[3].

Для того, чтобы не использовать все 18 выводов микроконтроллера лучше будет использовать сдвиговый регистр. Сдвиговый регистр представляет собой ряд последовательно соединенных регистров с битовыми схемами, которые соединены между собой цепью переноса. Главный режим работы заключается в следующем: при каждой подаче импульса тактового сигнала происходит сдвиг разрядов кода с одного импульсного устройства на другой [4]. Следовательно, возможно более эффективное и экономичное решение для вывода данных на дисплей.

В данной статье рассматривается микроконтроллер ATmega328P. Его электрическая принципиальная схема представлена на рисунке 1. Основные составляющие данной схемы: драйвер, микроконтроллер и стабилизатор также представлены на данном рисунке.

16-сегментные индикаторы контролируются с помощью сдвиговых регистров через последовательный интерфейс передачи данных. Вывод информации работает следующим образом. Когда на входе последовательный интерфейс передачи данных устанавливает требуемый логический уровень, то по положительному скачку тактового сигнала содержимое сдвигового регистра смещается на один разряд, а нулевой разряд регистра, сохраняет логический уровень, установленный на входе. При смещении крайний разряд сдвигового регистра не стирается, а сохраняется во внутреннем импульсном устройстве и передается на вывод устройства, который предназначен для каскадного разбиения сдвигового регистра. Следовательно, для записи одного байта данных описанную последовательность нужно повторить 16 раз[5].

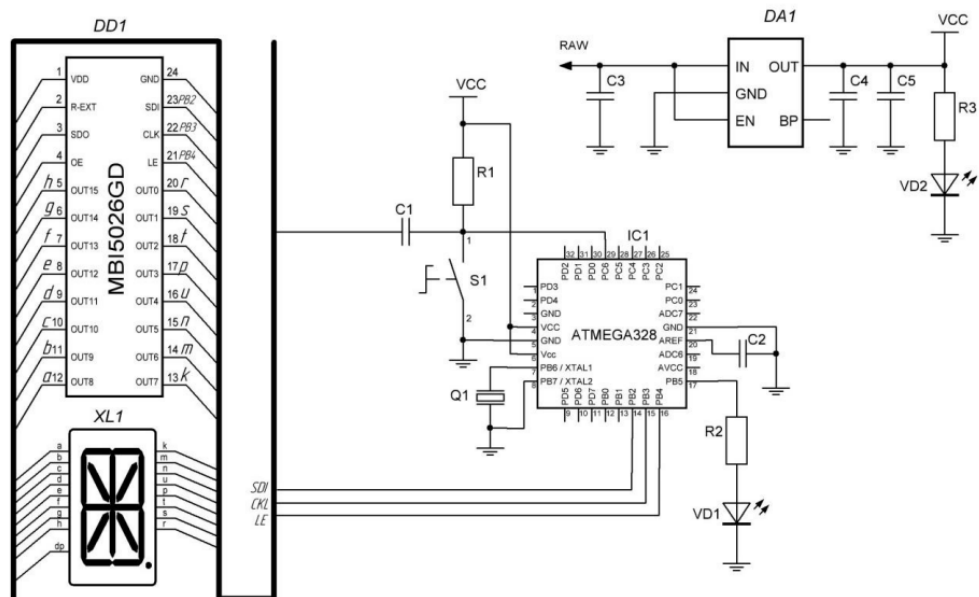


Рис. 1. Электрическая принципиальная схема микроконтроллера ATmega328P

В настоящее время очень трудно представить сферу современной деятельности человека, где не использовались бы эти устройства. Данные индикаторы широко применяются в цифровой технике, а именно в бытовых приборах и в промышленных устройствах. Именно с их помощью мы сможем осуществлять контроль параметров технологических процессов и быстрый опрос состояния контролируемых величин в промышленном производстве.

Источники

1. Патент № 2311692 С2 Российская Федерация, МПК G09G 3/04. Индикатор цифровой сегментный с параллельным отображением знаков: № 2005138441/09: заявл. 09.12.2005 : опубл. 27.11.2007 / А. В. Патраль. – EDN TMXRVQ.
2. Патраль А. В. Индикатор сегментный четырехпозиционный //Наука, техника и образование. – 2015. – №. 2 (8). – С. 30-43.
3. Колесникова Т. Проектирование схем электрических принципиальных с использованием 7-сегментных индикаторов и LCD-дисплеев в программной среде Multisim 14.0. Часть 3 //Компоненты и технологии. – 2017. – №. 12. – С. 116-126.
4. Авторское свидетельство № 1624528 А1 СССР, МПК G11С 19/00. Сдвиговой регистр : № 3600096 : заявл. 01.06.1983 : опубл. 30.01.1991 / А. М. Киляков.

5. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики : Учебное пособие / А. М. Водовозов. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "Инфра-Инженерия", 2016. – 164 с.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СТЕНДА ДВУХПОЗИЦИОННОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА

Кузеев Д.Р.¹, Якупов Н.М.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

kuzeev05@mail.ru¹, janijaz@yandex.ru²

Науч. рук. асс. Галиева Т.Г.

Мы живём в эпоху бурного развития различных отраслей техники. Однако в последнее время ни одно техническое направление не оказало такого масштабного влияния на качество жизни людей, как микроэлектроника. В данной статье мы проведём обзор проектирования схемы стенда двухпозиционного терморегулятора.

Ключевые слова: терморегулятор, разработка, оборудование, микроэлектроника, проектирование, техника.

В микроэлектронике бурное развитие получило направление, связанное с выпуском микроконтроллеров. Для управления различными электронными устройствами используют устройство под названием микроконтроллер. Широкое использование микроконтроллеров в системах управления связано с тем, что они позволяют достигать исключительно высоких показателей эффективности при низкой стоимости. Одним из примеров использования микроконтроллерных систем управления технологическими процессами может являться устройство двухпозиционного терморегулятора. Данный способ терморегулирования, как пример, может быть использован в сетевой отрасли для охлаждения силовых установок[1].

Под терморегулятором подразумевают электронное устройство, которое необходимо для автоматического регулирования температуры. Данные устройства используются в системах обогрева или охлаждения. Существует также двухпозиционный терморегулятор, который в основном используют для поддержания нужной температуры[2]. Они позволяют автоматически включать, либо выключать нагревательные и охладительные элементы какого-либо прибора при показателях температуры, отклоняющихся от заданного значения на величину гистерезиса. Можно выделить два типа работы терморегулятора – нагрев и охлаждение. Рассмотрим вариант с охлаждением, поскольку именно он использовался в работе над данным проектом. Все терморегуляторы в основном функционируют по одному принципу. Автоматический регулятор получает данные о температуре со встроенного или выносного термодатчика. После получения информации о температуре, терморегулятор определяет, в

какое время включать и отключать устройство охлаждения. Потом терморегулятор сравнивает значение полученной величины с эталонным [3]. При превышении температуры, снимаемой датчиком, на величину гистерезиса микроконтроллер формирует на своем выходе логическую 1, которая позволяет открывать реле или полупроводниковый ключ для управления охлаждающим устройством. После того, как термодатчик зафиксирует, что температура охлаждаемой установки стала меньше или равной величине уставки, на выходе микроконтроллера формируется логический 0, который закрывает ключи, что приводит к выключению системы охлаждения.

В нашей работе мы использовали температурный датчик LM60CIZ для измерения температуры. В данной работе, для получения температуры с датчика, микроконтроллером используется аналого-цифровой преобразователь (АЦП) [4]. В данной работе использовали микроконтроллер *STM32F103C8T6*.

Был собран стенд для разработки. Схема данного стенда показана на рисунке 1.

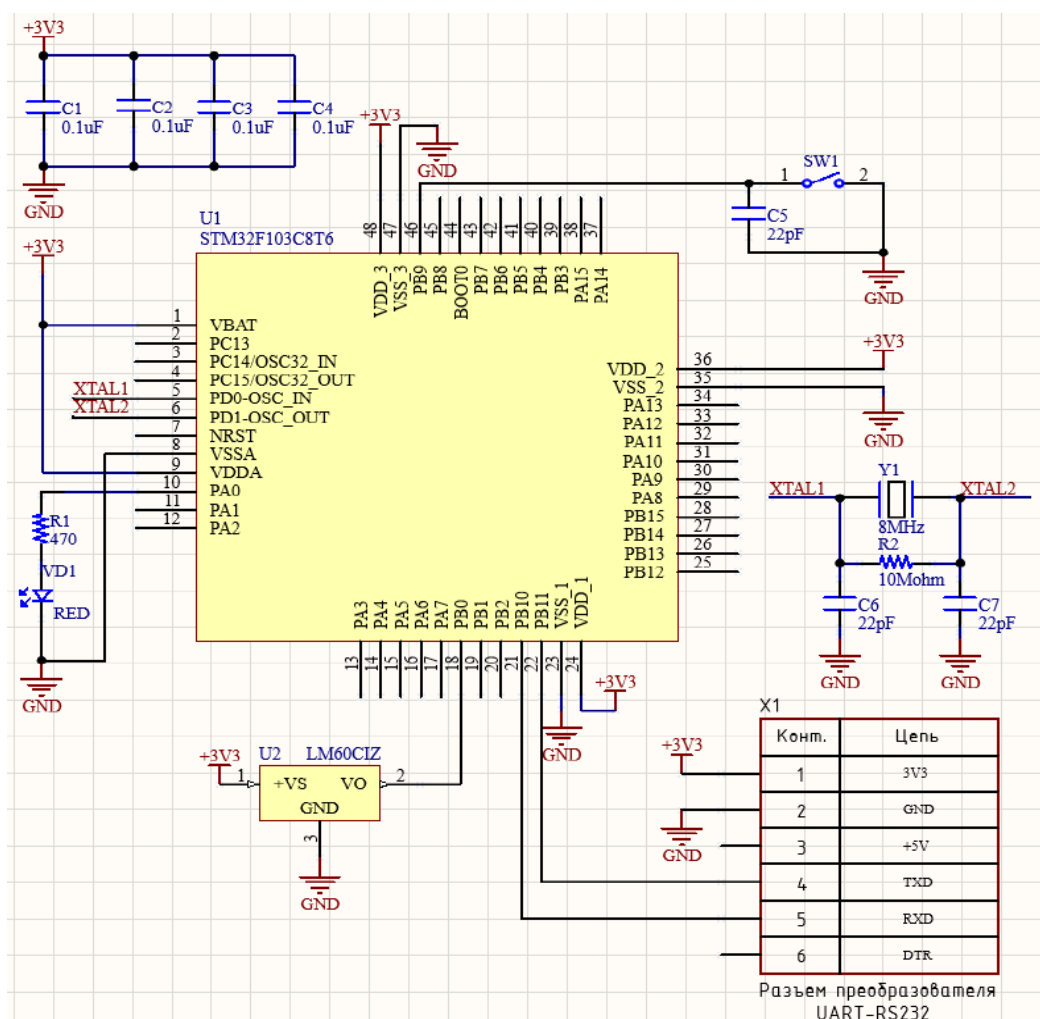


Рис. 1. Схема стенда

Конденсаторы $C1$, $C2$, $C3$, $C4$ на схеме обеспечивают фильтрацию питания для микроконтроллера. Кварцевый резонатор $Y1$, подключенный к микроконтроллеру, позволяет задать тактовую частоту для его работы. Конденсатор $C5$ на схеме подключения кнопки $SW1$ необходим для избежания явления дребезга контактов. На светодиод $VD1$, подключённый к микроконтроллеру через токоограничивающий резистор $R1$, будет выводиться сигнал включения или отключения системы охлаждения. Через вход $PB0$ датчик температуры $LM60CIZ$ подключается к АЦП микроконтроллера. $X1$ на схеме обозначает разъем для подключения микроконтроллера к схеме преобразователя данных $UART-USB$, который позволяет установить сообщение $STM32F103C8T6$ с компьютером.

В результате проделанной работы можно сделать вывод о том, что терморегуляторы применяются как в домашнем хозяйстве, так и в промышленности, в том числе и в сетевой отрасли. Их применение на предприятиях электросетевого комплекса лишает персонал необходимости самостоятельно следить за температурным режимом энергетических установок.

Источники

1. Авторское свидетельство № 278269 А1 СССР, МПК G05D 23/19. Терморегулятор: № 1328881/18-24: заявл. 08.05.1969: опубл. 05.08.1970 / Ю. В. Блаер, С. И. Марченко, И. М. Принц, В. С. Сегаль; заявитель Ленинградский завод полиграфических машин.

2. Авторское свидетельство № 453680 А1 СССР, МПК G05D 23/19. Двухпозиционный терморегулятор: № 1841493: заявл. 30.10.1972: опубл. 15.12.1974.

3. Авторское свидетельство № 1027708 А1 СССР, МПК G05D 23/19. Двухпозиционный регулятор температуры: № 3404274: заявл. 03.03.1982: опубл. 07.07.1983 / Л. Р. Михайлов, М. В. Ольнов.

4. Патент № 2761554 С2 Российская Федерация, МПК H03M 1/38. Аналого-цифровой преобразователь для цифрового радиопередатчика: № 2020118678: заявл. 28.05.2020: опубл. 09.12.2021 / С. Н. Матюшкин, В. Л. Муравченко, А. А. Катанович; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Военный учебно-научный центр Военно-морского Флота "Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова".

РАЗРАБОТКА ПЛАТЫ МОДУЛЯ ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИИ

Кузеев Д.Р.¹, Якупов Н.М.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

kuzeev05@mail.ru¹, janijaz@yandex.ru²

Науч. рук. асс. Галиева Т.Г.

В современных условиях количество параметров, подлежащих контролю в промышленном производстве, растет, что требует создания централизованных систем контроля. Они позволят быстро проверять состояние контролируемых величин, а для управления и отображения этих параметров могут использоваться модули цифровой индикации. В данной статье рассматриваются результаты разработки платы модуля цифровой индикации.

Ключевые слова: устройства цифровой индикации, разработка, оборудование, плата, проектирование, модуль.

В промышленном производстве наблюдается рост количества контролируемых параметров, что требует создания централизованных систем контроля. Для удобства и быстроты проверки состояния контролируемых величин в таких системах могут использоваться цифровые дисплейные модули. Важным элементом таких модулей являются цифровые индикаторы, которые отображают информацию в цифровом виде. Для более точного и быстрого восприятия информации используются сегментные индикаторы, которые благодаря специфическому расположению сегментов обеспечивают максимальное расстояние, с которого значение может быть точно считано[1]. В данной статье мы будем проектировать плату модуля цифровой индикации.

Сначала нами была разработана электрическая принципиальная схема панели индикации в приложении Altium Designer. В нее входят следующие элементы: микроконтроллер, сдвиговые регистры и 16-сегментные индикаторы[2]. Все элементы были выбраны из встроенной библиотеки данного приложения как показано на рисунке 1.

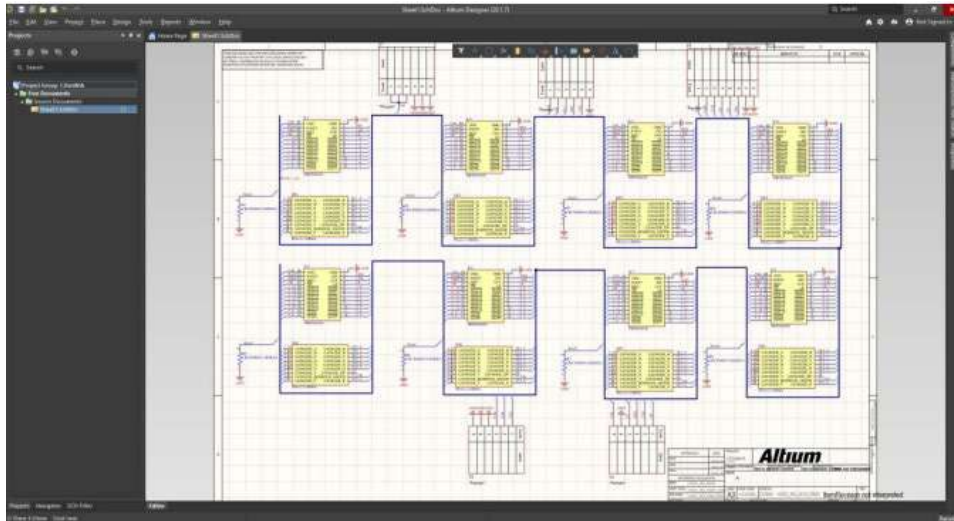


Рис. 1. Схема, разработанная в Altium Designer

После того, как мы выбрали элементную базу из готовых библиотек, мы сразу же установили электрические связи между ними. Следующим шагом мы стали разрабатывать печатную плату готового устройства индикации. Далее мы выбрали определенные размеры и толщину слоев печатной платы и установили отверстия по краям платы. После этого на плате разместили все посадочные места компонентов[3]. Затем мы зададим пути, по которому будет протекать ток в слоях данной платы как показано на рисунке 2.

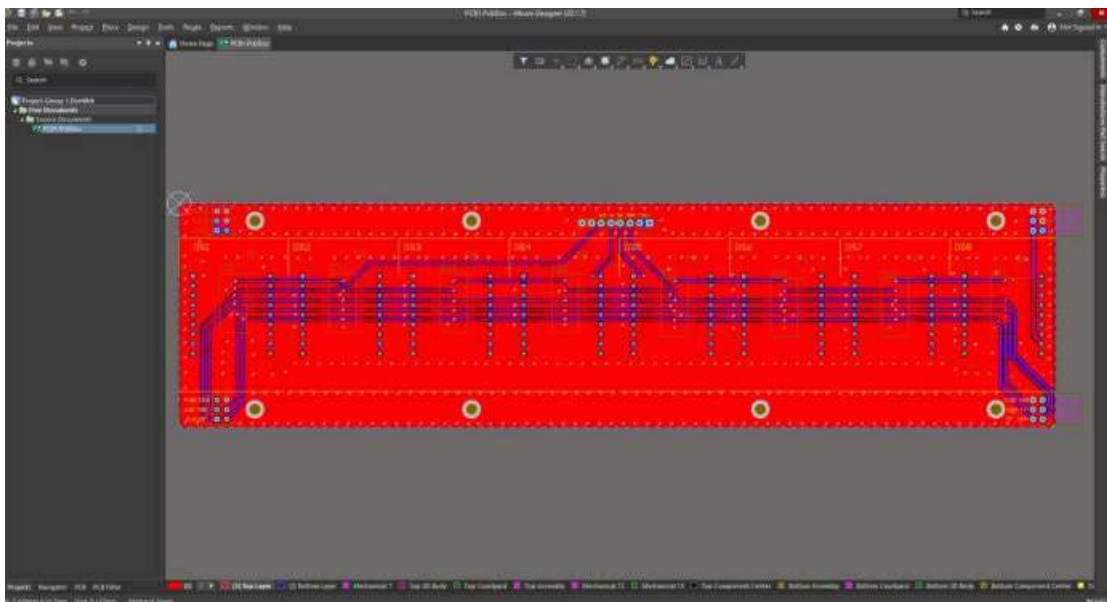


Рис. 2. Плата, разработанная в Altium Designer

В ходе выполненных последовательно действий мы получили 3D модель устройства, представленного на рисунке 3.

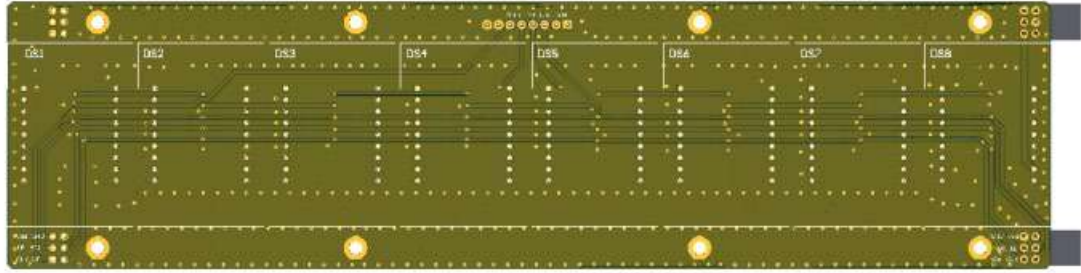


Рис. 3. 3D модель, разработанная в Altium Designer

Плата в сборе с её составляющими показана на рисунке 4.

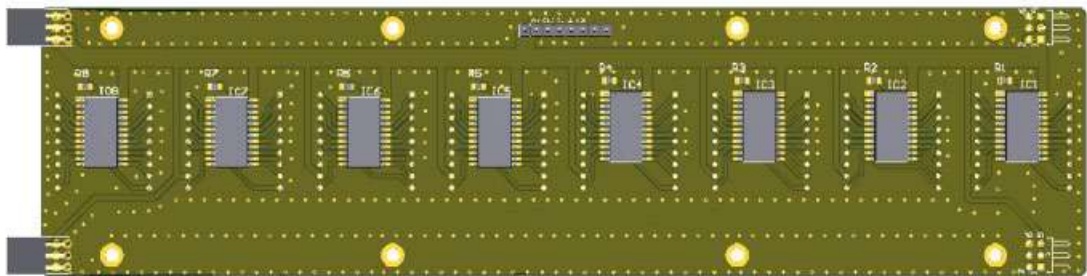


Рис. 4. Вид платы с размещенными на ней компонентами разработанная в Altium Designer

Далее мы собираем панель индикации, представленную на рисунке 5.

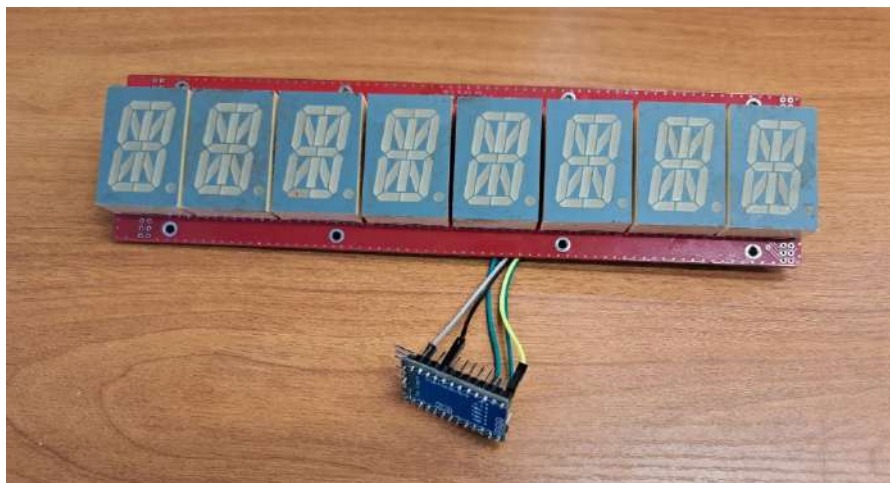


Рис. 5. Собранная панель индикации

В результате описанных выше данных можно сделать вывод о том, что в настоящее время трудно представить область современной деятельности

человека, где не использовались бы модули цифровой индикации. Выше приведённые устройства применяются как в цифровой технике, так и в промышленных производствах[4]. Именно с их помощью мы сможем осуществлять контроль параметров технологических процессов, а также точный и быстрый опрос состояния контролируемых величин в промышленности.

Источники

1. Патент № 2298239 С2 Российская Федерация, МПК G12В 11/00, G09F 9/302. Индикатор цифровой сегментный универсальный: № 2005107273/28: заявл. 15.03.2005: опубл. 27.04.2007 / А. В. Патраль.

2. Ким, С. А. Сравнительный анализ программ компьютерного моделирования электронных схем / С. А. Ким, Д. Б. Козлов, А. И. Брикман // Инновации и научно-техническое творчество молодежи: Материалы Российской научно-технической конференции, Новосибирск, 20–21 апреля 2022 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – С. 1202-1209.

3. Патент № 2232446 С1 Российская Федерация, МПК H01L 23/498, H05K 7/06. Печатная плата, способ изготовления печатной платы и способ переналадки электронного узла на печатной плате: № 2003113793/28: заявл. 14.05.2003: опубл. 10.07.2004 / В. Г. Евстигнеев, А. Н. Кошарновский, Е. В. Дегтярев, С. А. Цыбин.

4. Патент № 2642400 С1 Российская Федерация, МПК G06F 9/00. Промышленный контроллер: № 2017111747: заявл. 06.04.2017: опубл. 24.01.2018 / Ю. В. Дубенко, Ю. Н. Тимченко, А. И. Вандина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный технологический университет" (ФГБОУ ВО "КубГТУ").

ОСОБЕННОСТИ КОММУНИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СТУДЕНТОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Кутилина К. А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

afdgr5859@mail.ru

Науч. рук. доц. Завада Г.В.

В современном образовании коммуникация играет ключевую роль в процессе передачи знаний и формирования умений. Важность эффективной коммуникации между преподавателями и студентами нельзя недооценивать, поскольку она определяет ситуацию успеха учебного процесса. Данная статья призвана исследовать особенности коммуникации, как преподавателей, так и студентов, выявить факторы, влияющие на ее эффективность, и предложить практические рекомендации для улучшения взаимодействия в учебной среде инженерных учебных заведений и энергетических университетов в частности.

Ключевые слова: передача информации, обратная связь, эффективная коммуникация, факторы и барьеры коммуникаций.

Образование играет важную роль в формировании будущего каждой страны и общества в целом. Однако ключевым элементом успешного образования является эффективная коммуникация между преподавателями и студентами. Коммуникация в образовательной среде – это связанная совокупность способов передачи знаний и опыта от преподавателей к студентам. Она не ограничивается только устным общением в классе, но включает в себя и письменное взаимодействие, обратную связь, невербальные сигналы и даже взаимодействие в виртуальных средах обучения. В этой статье мы будем исследовать особенности этой коммуникации и ее важность в образовательном процессе[1].

Цель данной статьи – проанализировать особенности коммуникации между преподавателями и студентами в образовательном процессе; выявить ключевые аспекты учебной коммуникации, понять, какие факторы влияют на ее эффективность. Актуальность данной темы обусловлена несколькими факторами, в частности тем, что современные требования к образованию все более акцентируют внимание на развитии навыков коммуникации, адаптации к разнообразным обучающимся и применении новых технологий в образовательном процессе[2].

Существует несколько моделей коммуникации, которые применяются в учебной среде. Одной из наиболее распространенных является модель

«передачи информации», где преподаватель выступает в роли источника знаний, а студенты – получателями. Однако современные подходы к образованию также акцентируют внимание на интерактивной коммуникации и совместном построении знаний, где учитель и ученик обмениваются идеями и взглядами. Различные факторы могут оказать влияние на эффективность коммуникации в учебной среде: культурные различия, языковые барьеры, уровень мотивации студентов, технологическую инфраструктуру и многое другое.

Преподаватель играет ключевую роль в коммуникации в учебной среде. Его роль включает в себя создание структурированных учебных планов, поддержку студентов в процессе обучения, оценку и обратную связь. Включает в себя лекции, семинары, обсуждения, консультации, электронные сообщения и другие формы взаимодействия. Каждый из этих видов коммуникации имеет свои особенности и цели. Например, лекции могут служить для передачи основных концепций, в то время как семинары способствуют более глубокому обсуждению материала и развитию аналитических навыков студентов.

Студенты, в свою очередь, также должны быть активными участниками учебного процесса, проявлять интерес к изучаемому материалу и участвовать в диалоге с преподавателем. Коммуникация среди студентов может происходить как в рамках академической среды, так и вне ее. Важно, чтобы студенты умели эффективно обмениваться информацией, работать в команде и решать задачи в группе. Эти навыки включают в себя умение выражать свои мысли и идеи, слушать собеседников, аргументировать свои позиции и решать конфликты[3].

В коммуникации между преподавателями и студентами могут возникать различные барьеры. Например, языковые барьеры, где студенты, для которых язык обучения не является родным, могут испытывать трудности в понимании материала и выражении своих мыслей на чужом языке.

Для преодоления этих и других барьеров преподаватели могут: стремиться к ясному и понятному выражению мыслей, избегая сложных терминов, если это возможно, активно включать студентов в обсуждения и задавать вопросы, чтобы стимулировать их участие, предоставлять регулярную обратную связь и консультации для поддержки студентов[4].

Существует множество успешных практик коммуникации в образовании. Например, использование интерактивных методов обучения: Преподаватели могут внедрять методики, такие как обсуждения и групповые проекты, чтобы стимулировать активное участие студентов. Обратная связь на каждом этапе обучения, виртуальные учебные платформы и онлайн-курсы предоставляют дополнительные инструменты для обучения и коммуникации между студентами и преподавателями.

В данной статье проведен обзор основных аспектов и особенностей коммуникации между преподавателями и студентами в образовательной среде.

Рассмотрены роли и обязанности преподавателей и студентов, виды коммуникации, а также факторы, влияющие на эффективность этой коммуникации. Понимание важности коммуникации в образовании инженерных специальностей помогает создать более благоприятную учебную среду, где студенты могут успешно обучаться и развивать свои навыки[5].

Источники

1. Образовательная коммуникация как ресурс профессионального становления будущих учителей [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatel'naya-kommunikatsiya-kak-resurs-professionalnogo-stanovleniya-buduschih-uchiteley>.

2. Стратегии эффективной коммуникации на рабочем месте [Электронный ресурс]. <https://experience.dropbox.com/ru-ru/resources/workplace-communication>.

3. Характерные черты и особенности интерактивной модели коммуникации [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/harakternye-cherty-i-osobennosti-interaktivnoy-modeli-kommunikatsii#:~:text=Интерактивная%20модель%20описывает%20коммуникацию%20как,в%20физическом%20и%20психологическом%20контекстах>.

4. Преодоление барьеров в педагогическом взаимодействии: эффективные стратегии и методы [Электронный ресурс]. <https://nauchniestati.ru/spravka/barery-v-pedagogicheskom-vzaimodejstvii/>

5. Коммуникативные практики международной социальной коммуникации в высшем образовании [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/kommunikativnye-praktiki-mezhdunarodnoy-sotsialnoy-kommunikatsii-v-vysshem-obrazovanii>.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Лазуркевич Э.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия,

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Статья посвящена анализу современного состояния и перспектив развития технологий искусственного интеллекта. Рассмотрены последние достижения в области машинного обучения и применения ИИ. Обозначены возможные проблемы и риски, связанные с развитием ИИ.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, автоматизация производства, прогресс, сквозные технологии.

В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стремительно прогрессирует и находит применение во многих сферах человеческой деятельности [1-4]. Рассмотрим текущее состояние и перспективы развития ИИ.

Современные достижения в сфере искусственного интеллекта впечатляют и предоставляют новые возможности в различных областях [5]. Развитие ИИ связано как с мировыми технологическими трендами в сферах увеличения мощности компьютерной техники, так и программных способов обработки больших данных [6]. Это предоставило возможность автоматизировать процессы цифровой трансформации и значительно снизить сопутствующие издержки [7].

Одно из достижений ИИ – это системы машинного обучения, которые демонстрируют выдающиеся результаты в распознавании и синтезе речи. Благодаря этому голосовые ассистенты, такие как Siri и Alexa, стали широко распространенными и могут выполнять задачи по голосовым командам.

Еще одно значительное достижение в области ИИ – это обработка естественного языка [8]. Системы ИИ могут анализировать и понимать человеческий язык, что приводит к разработке интеллектуальных систем перевода, анализа текстов и чат-ботов, способных поддерживать диалоги с пользователями [9].

Компьютерное зрение – это еще одна область, где ИИ достиг значительных успехов. Системы ИИ могут анализировать и интерпретировать визуальную информацию, определять объекты, лица, жесты, а также

анализировать изображения и видео. Это находит применение в автоматическом распознавании лиц, медицинской диагностике, безопасности и многих других областях.

Эксперты прогнозируют, что развитие искусственного интеллекта будет продолжаться и приведет к еще большим достижениям. В будущем ожидается создание систем, способных к самообучению и адаптации к новым ситуациям без внешнего вмешательства, пониманию контекста и взаимодействию с людьми. Также возможно появление ИИ, превосходящего человеческий интеллект во многих сферах, начиная от медицины и науки, и заканчивая транспортом и экономикой.

Однако вместе с этими перспективами возникают и проблемы [10]. Развитие искусственного интеллекта несет определенные риски, связанные с безопасностью и возможными негативными последствиями. Поэтому требуется выработка правовых и этических норм для применения технологий искусственного интеллекта, а также разумное регулирование в сферах его использования.

Современное состояние искусственного интеллекта впечатляет своими достижениями. Однако рост и развитие ИИ необходимо сопровождать этическими нормами и правовыми ограничениями, чтобы обеспечить безопасность и благополучие человечества. С перспективами дальнейшего развития, искусственный интеллект может стать мощным инструментом, способным преобразовать множество сфер нашей жизни и принести значительные положительные изменения.

Источники

1. Кашаев Р.С., Овсеенко Г.А. Применение искусственного интеллекта для решения задач классификации дефектов деталей в отрасли приборостроения / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VI Национальной научно-практической конференции, в 2 т. Казань, 2020. С. 12-14.

2. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Применение системы машинного зрения для распознавания данных об электрооборудовании / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.1. С. 382-386.

3. Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С. Возможность применения нейронной сети в автоматической системе управления процессами добычи и подготовки нефти

/ Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 48-53.

4. Галимова, Г.Ф. Внедрение интеллектуальных электрических сетей / Г.Ф. Галимова, О.В. Воркунов // Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: Материалы VII Национальной научно-практической конференции, Казань, 09–10 декабря 2021 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 534-536.

5. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Тенденции в развитии искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 63-65.

6. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

7. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Автономные машины и искусственный интеллект / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 46-49.

8. Нгуен Фук Хау, Зарипова Р.С., Нгуен Тхи Тху. Применение технологии распознавания голоса для управления системой включения/выключения электричества в доме / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 167-170.

9. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

10. Коданева А.В., Зарипова Р.С. Опасности искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 34-37.

ПОЛИТИКА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ТРУДА И УДАЛЕННОЙ РАБОТЫ

Латфуллина Г.Э., Арзамасова А.Г.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
gulnazlatf@yandex.ru, asaraf@mail.ru

С развитием цифровой экономики и цифровой среды в целом доля дистанционных форм занятости возросла, став неотъемлемой частью современного рынка труда. Под дистанционной (удаленной) работой понимается выполнение трудовых функций вне места нахождения работодателя и вне стационарного места [1]. Главным преимуществом такого формата является комфортная обстановка и эффективная работа, а также возможность совмещать работу и личную жизнь. Однако, несмотря на все преимущества, дистанционный труд также вызывает ряд проблем и вызовов, которые требуют адекватного регулирования со стороны трудового законодательства. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты такой политики, а также проведем анализ законодательства, регулирующего труд дистанционных работников в России и зарубежных странах.

Ключевые слова: труд, дистанционный труд, удаленная работа, трудовое законодательство.

Раскроем ключевые аспекты политики регулирования дистанционного труда [1,3]:

во-первых, политика регулирования дистанционного труда должна гарантировать, что работники, работающие удаленно, имеют те же трудовые права и гарантии, что и работники, работающие в офисе. Это включает в себя право на справедливую оплату труда, безопасные условия труда, защиту от дискриминации и право на отпуск и другие льготы;

во-вторых, работодатели должны обеспечивать безопасность и охрану здоровья своих удаленных работников. Это может включать в себя обучение об охране труда и технике безопасности, обеспечение необходимых средств индивидуальной защиты и проведение регулярных проверок рабочего места на соответствие требованиям безопасности;

в-третьих, работодатели должны обеспечить защиту персональных данных своих работников, соблюдая соответствующие законы и нормативы;

в-четвертых, должно обеспечиваться разрешение трудовых споров путем создания эффективных механизмов разрешения споров, таких как онлайн-консультации или виртуальные слушания;

в-пятых, в политику должны быть включены механизмы управления производительностью, например, с помощью использования технологий, таких как системы управления проектами и отслеживания рабочего времени. И наконец, должны обеспечиваться меры поддержки удаленных работников, такие как обучение и консультации по вопросам организации рабочего пространства и управления временем.

Политика регулирования дистанционного труда должна основываться на международных нормах и конвенциях, таких как Конвенция Международной организации труда (МОТ) № 189 о достойном труде домашних работников и Конвенция МОТ № 99 об охране труда при использовании информационных и коммуникационных технологий. Кроме того, каждая страна имеет свое национальное законодательство, которое также регулирует дистанционный труд, поэтому регулирование дистанционного труда в различных странах имеет свои особенности [3,4]:

- В США подробно определен порядок перехода на дистанционную работу, а также обязанность работодателя проводить обучение и мероприятия по расширению применения дистанционной занятости.

- В Европейском союзе общие подходы определены в Рамочном соглашении 2002 года, на основании которого развиваются национальные соглашения. Работодатель обязуется предоставить оборудование и компенсировать расходы на связь.

- В Республике Казахстан согласно трудовому кодексу работодатель обязан предоставить средства коммуникации и нести расходы по их установке и обслуживанию или в случае использования средств связи работником. В Республике Армения и Кыргызской Республике трудовое законодательство не выделяет дистанционный труд отдельно, а регулируется по нормам для домашней работы. В Республике Беларусь Трудовой кодекс тоже не выделяет дистанционную работу в отдельную категорию, но закрепляет право преимущественного заключения такого договора с определенными категориями граждан.

- В Российской Федерации регулирование дистанционного труда посвящена глава 49.1 ТК РФ. Основной акцент сделан на порядке заключения и расторжения договора о дистанционной работе. Также с целью совершенствования гибких форм занятости, применения ИКТ в трудовых отношениях вступил в силу ФЗ от 8 декабря 2020 г. № 407-ФЗ «О внесении изменений в ТК РФ в части регулирования дистанционной (удаленной) работы» [1,2].

Таким образом, политика регулирования дистанционного труда требует комплексного подхода и учета множества аспектов, поэтому разработка и внедрение эффективной данной политики является важной задачей, требующей

сотрудничества всех заинтересованных сторон. Кроме того, следует учитывать, что законодательная база в различных странах отличается и имеет свои особенности.

Источники

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001г. N 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023, с изм. от 24.10.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)

2. Федеральный закон от 08.12.2020 N 407-ФЗ "О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации в части регулирования дистанционной (удаленной) работы и временного перевода работника на дистанционную (удаленную) работу по инициативе работодателя в исключительных случаях"

3. Кожевников О.А., Чудиновских М.В. Регулирование труда дистанционных работников в России и за рубежом // Вестник СПбГУ. Серия 14. Право. 2020. №3. URL: <https://clck.ru/xLFrH> (дата обращения: 25.09.2023).

4. Дудченко С.В. Опыт регулирования дистанционного труда работников в зарубежных странах // МНИЖ. 2022. №1-4 (115). URL: <https://clck.ru/36qUmA> (дата обращения: 28.09.2023).

ВЛИЯНИЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Латыпов Т.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

latypov-14@mail.ru

Науч. рук. доцент Будникова И.К.

В работе рассмотрены проблемы и решения в обеспечении кибербезопасности систем релейной защиты и автоматики, отклонения в работе которых могут привести к нарушению работы релейной защиты и возникновению угрозы для жизни людей. Для предотвращения таких ситуаций необходимо уделять внимание вопросам информационной безопасности, таким как использование надежных систем защиты информации, регулярное обновление программного обеспечения и обучение персонала.

Ключевые слова: кибербезопасность, протоколы связи, защита доступа, кибератака, восстановление системы.

Проблема кибербезопасности является актуальной в связи с ростом зависимости современного общества от информационных технологий. Кибербезопасность становится все более важной проблемой, поскольку атаки на информационные системы могут привести к серьезным последствиям, таким как нарушение работы важных объектов инфраструктуры, потеря данных и даже возникновение угрозы для жизни людей.

Релейная защита и автоматизация играют ключевую роль в обеспечении безопасности и надежности электроэнергетической системы. Они предназначены для быстрого обнаружения и устранения аварийных режимов, таких как короткие замыкания, перегрузки и прочие, что позволяет предотвратить повреждения оборудования и обеспечить непрерывность электроснабжения потребителей[1-2].

Однако, развитие информационных технологий и интеграция их в системы релейной защиты также создает определенные риски, связанные с возможностью кибератак. Злоумышленники могут использовать уязвимости программного обеспечения и оборудования для нарушения функционирования систем релейной защиты или даже для полного вывода их из строя[3]. Это может привести к серьезным негативным последствиям, включая перебои в электроснабжении и даже аварии на электростанциях и электросетях.

Во избежание кибератак и обеспечения безопасности нужно принимать следующие меры[4]:

- управление доступом (AC — Access Control), чтобы защитить от несанкционированного доступа к устройству или информации;
- управление использованием (UC — Use Control), чтобы защитить от несанкционированного оперирования или использования информации;
- целостность данных (DI — Data Integrity), чтобы защитить от несанкционированного изменения;
- конфиденциальность данных (DC — Data Confidentiality), чтобы защитить от подслушивания;
- ограничение потока данных (RDF — Restrict Data Flow), чтобы защитить от публикации информации на несанкционированным источниках;
- своевременный ответ на событие (TRE — Timely Response to Event), мониторинг и протоколирование связанных с безопасностью событий;
- доступность сетевого ресурса (NRA — Network Resource Availability), чтобы защитить от атак «отказ в обслуживании».

Шифрование данных, аутентификация пользователей и контроль доступа к системе - это ключевые элементы, которые должны быть реализованы в любой системе релейной защиты для обеспечения ее безопасности[5]. Так, в сфере релейной защиты обычно используются стандарты связи IEC 61850, DNP3 и Modbus. Именно IEC 61850 обеспечивает гибкость и возможность адаптации к различным требованиям и условиям[5]. Он также обеспечивает высокую скорость передачи данных и надежную защиту информации.

Несмотря на приведенные меры безопасности, ни одна система не является идеальной. Поэтому важно предусмотреть меры по восстановлению системы в исходное состояние. Для этого необходимо выполнить следующие шаги:

- Определить причину повреждения. Это может быть связано с нарушением работы программного обеспечения, сбоем оборудования или воздействием злоумышленников [6].
- Восстановить данные из резервных копий. Если таковые имеются, то они могут помочь в восстановлении системы.
- Обновить программное обеспечение и установить последние исправления и обновления. Это поможет устранить уязвимости и повысить безопасность системы.
- Провести анализ системы на наличие уязвимостей и принять меры по их устранению. Это может включать в себя установку дополнительных систем защиты, обучение персонала и т.д.
- Если восстановить систему не удастся, то может потребоваться замена оборудования или программного обеспечения.

В заключении можно сказать, что кибербезопасность является важным аспектом функционирования систем релейной защиты и автоматизации в

электроэнергетике. Важно соблюдать правила безопасной работы с информационными системами и проводить регулярные проверки и аудиты информационной безопасности.

Источники

1. Добродей А. О., Евминов Л.И. "Релейная защита и автоматика систем электроснабжения." (2020).

2. Герасимов В.Л., Будникова И.К. Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: материалы XIII Всероссийской открытой научно-практической конференции. Казань, 2018, С.9-13

3. Прохорова, О. В. Информационная безопасность и защита информации: учебник / О. В. Прохорова. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 124 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/185333> (дата обращения: 22.09.2023)

4. Никифоров, С. Н. Методы защиты информации. Защита от внешних вторжений: учебное пособие для вузов / С. Н. Никифоров. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 96 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/200480> (дата обращения: 22.09.2022).

5. Лукичева И.А., Куликов А.Л. Использование многомодельной прогнозной оценки состояния систем электроснабжения для обнаружения кибер-атак // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 5. С.13-23.

6. Абдуллина Н.М., Будникова И.К. Автоматизированная система регистрации видеонаблюдений на основе методов компьютерного зрения. // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: материалы XV Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции. Казань, 2020. С. 308-310.

OPTIMIZING ELECTRIC CHARGING INFRASTRUCTURE DEPLOYMENT FOR SUSTAINABLE URBAN MOBILITY WITH SIMULATION MODELING

Mayorova E.S.

KSPEU, Kazan, Russia

catmichaelis@yandex.ru

Scientific advisor Artamonova E.V.

This article addresses the critical issue of optimizing the deployment of electric charging infrastructure for urban mobility, particularly focusing on the Republic of Tatarstan. This article presents an approach and a tool that can help in solving this problem to strategically place charging stations.

Keywords: electric transport, charging station, distribution network, simulation modeling.

One of the key tasks in today's society is to implement the project of transport decarbonization, which includes the development of electric transport. This raises the issue of creating the appropriate infrastructure. The mobility of charging infrastructure for electric vehicles is an important issue affecting the transition of modern society to electric transportation [1].

According to the data presented in the draft state program «Development of charging infrastructure for vehicles with electric motors in the Republic of Tatarstan», it is planned to provide at least 183 charging stations for vehicles with electric motors by 2024 [2]. To execute this strategy successfully, several key tasks must be addressed, including managing the electric vehicle fleet, strategically positioning charging stations, and considering their influence on electrical distribution networks. At the same time, the formation of charging infrastructure is carried out taking into account the developed science-based approaches, which are the result of the analysis of social factors characterizing the owners of electric vehicles, the peculiarities of urban planning, etc. [3].

The problem of charging station location selection for electric vehicles is as follows: it is necessary to determine the optimal charging station location to minimize the distance a vehicle needs to travel to reach the charging station, based on the available charge level, battery capacity, driver's position on the road and traffic load, as well as the priority and analysis of possible loads on the electrical grid of the proposed charging station point. One of the criteria for a reasonable location is that there is little difference in the frequency of access to different charging stations, which means a high level of charge sharing.

Different modeling systems are used to solve the problem of increasing the number of electric charging station points, in particular the use of simulation modeling in relation to city traffic processes, electric vehicle propagation and power distribution in the electric grid. There is a systematic feedback between electric vehicles and charging structures, which can be addressed using a system dynamics approach.

System dynamics is an approach of simulation modeling, which with its methods and tools allows us to understand the structure and dynamics of complex systems [4]. AnyLogic environment can be used to implement the task, as it is the only simulation modeling tool that allows combining agent-based and discrete event approaches with the system dynamics approach. The advantages of AnyLogic include the availability of various libraries and the ability to create a variety of state diagrams of any complexity [5].

The advantage of the system dynamics model is the possibility of its constant calibration and tuning as a result of expanding the base of practical observations of the real system development [6].

The optimization process to find the best solutions for the placement of electric charging station points can be implemented using Java classes and user experiments designed specifically for the simulation model [7].

Thus, an agent-based model is proposed that considers the demand priority and the distribution of electric vehicles in an attempt to find an optimal placement plan. The simulation model can act as a spatial optimization system for the distribution of the charging station network based on the use of traffic flows and the state of the distribution networks.

Источники

1. Стимулирование развития электротранспорта как инструмент развития территории / Ю. С. Валеева, М.В. Калинина, Т. Г. Зорина, И. Г. Ахметова // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. № 1(53). С. 155-172.

2. Об утверждении государственной программы «Развитие зарядной инфраструктуры для транспортных средств с электродвигателями в Республике Татарстан» [Электронный ресурс]. https://tatarstan.ru/regulation/expertise/list/mpt.htm?corrupt_id=278600 (дата обращения: 13.10.23).

3. Изучение конструктивных особенностей мобильных установок заряда электротранспорта для разработки эскизной конструкторской документации / А. Р. Сафин, И. В. Ившин, А. Н. Цветков [и др.] // Вестник Казанского

государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13. – № 3(51). – С. 15-24.

4. Справка AnyLogic [Электронный ресурс]. <https://anylogic.help/ru/anylogic/index.html> (дата обращения: 13.10.23).

5. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р., Арбузова М.В. Внедрение цифровых технологий как фактор повышения эффективности работы транспортно-логистических систем / *International Journal of Advanced Studies*. 2021. Т. 11. № 2. С. 100-114.

6. Имитационное моделирование для прогнозирования развития автомобильного электротранспорта на уровне региона / Д. Ю. Каталевский, Т. Р. Гареев // *Журналы БФУ им. И. Канта*. – 2020. – Т. 12. – № 2. – С. 118-139.

7. Максимов, В. В. Внедрение электрических зарядных сетей для электробусов на примере города Казани / В. В. Максимов, О. В. Воркунов, Л. Ф. Загидуллина // *Международный технико-экономический журнал*. – 2020. – № 3. – С. 92-99.

АНАЛИЗ РЫНКА ЗАРЯДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Майорова Е.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

catmichaelis@yandex.ru

Науч. рук. доц. Будникова И.К.

В данной статье рассматриваются проблемы, связанные с расширением сети зарядных станций электромобилей с учетом ее влияния на распределение электроэнергии, а также методы их решения.

Ключевые слова: электротранспорт, зарядная станция, статистические методы.

Трансформация глобальной экономики и переход к альтернативным источникам энергии являются важными задачами для развитых стран в свете изменения климата и необходимости снижения выбросов парниковых газов. Хорошим решением данной проблемы является переход на электромобили, которые представляют собой более экологически чистую альтернативу традиционным автомобилям (рис. 1) [1].

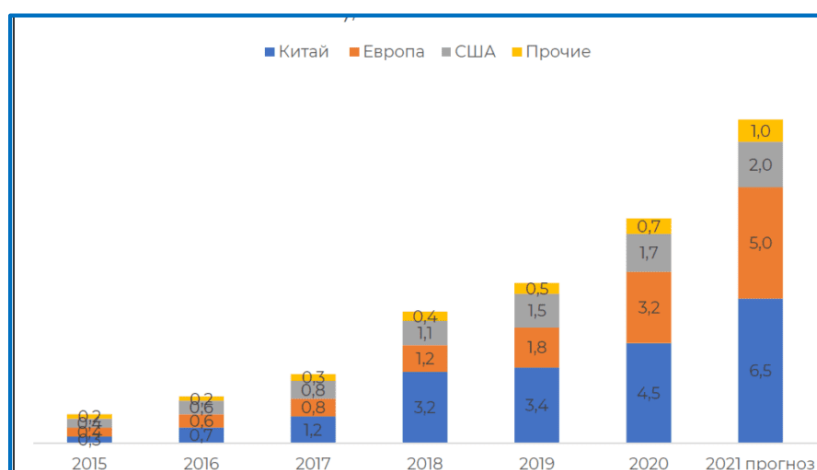


Рис. 1. Динамика мирового рынка электромобилей (млн. шт.)

С 2017 года в России отмечается значительное увеличение числа электромобилей. Так, если до 2017 года рост составил за три предыдущих периода 42,1%, то уже только за 2018 год – 93,2%, за 2019 год – 102,4%, а по сравнению с 2019 годом в 2020 количество электромобилей в России увеличилось на 71% (рис. 2).

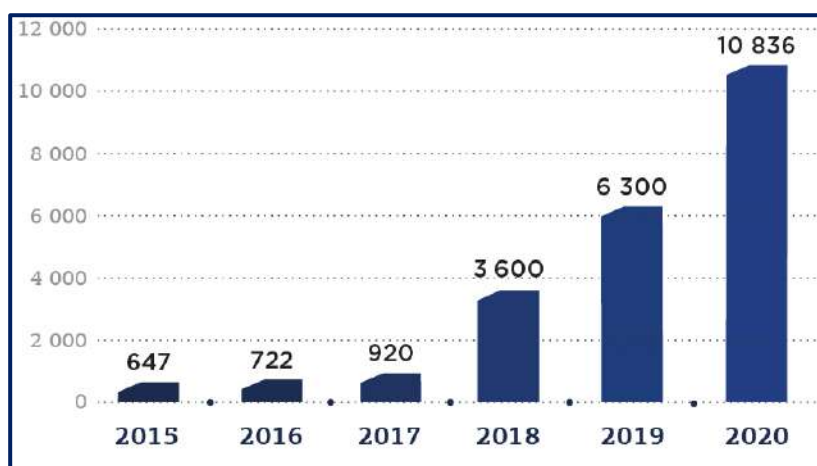


Рис. 2. Динамика объема парка электромобилей в России (тыс. шт.)

В стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года установлено, что к 2025 году доля электромобилей на рынке должна составить 5%, что эквивалентно 129 тысячам электромобилей.

В связи с этим возникают проблемы, связанные с расширением сети зарядных станций электромобилей с учетом ее влияния на распределение электроэнергии, а также с мобильностью зарядной инфраструктуры [2]. Транспортная стратегия России, с учетом прогноза на период до 2035 года, ориентирована на увеличение доступности транспортных услуг для жителей удаленных, труднодоступных и стратегически важных регионов, а также на повышение качества предоставляемых услуг [3].

Для решения проблем расширения сети зарядных станций используются различные системы статистического моделирования, включая имитационное моделирование процессов городского движения, которое позволяет определить оптимальное расположение зарядных станций с учетом характера движения и состояния сети [4]. Это достигается путем создания виртуальной модели городского движения, которая учитывает данные о трафике, маршрутах движения, плотности населения и других факторах, влияющих на использование зарядных станций.

Анализ систематической обратной связи между электромобилями и зарядной инфраструктурой с помощью статистических методов также является важным инструментом для оптимизации распределения сети зарядных станций. Этот анализ позволяет определить, какие электростанции наиболее часто используются, какие факторы влияют на их использование и какие изменения в зарядной инфраструктуре могут улучшить ее эффективность.

Кроме того, для решения проблем расширения сети зарядных станций могут использоваться и другие методы, такие как методы многомерного статистического анализа, которые позволяют определить зависимости между

различными факторами, влияющими на использование зарядных станций; методы временных рядов, которые используются для прогнозирования спроса на электростанции в будущем; методы многокритериальной оптимизации, которые позволяют учитывать несколько критериев при выборе оптимального размещения зарядных станций [5, 6].

Таким образом, развитие эффективной инфраструктуры для электромобилей представляет собой ключевой этап на пути к транспортной декарбонизации.

Источники

1. Исследование рынка электромобилей в РФ и в мире по итогам 2021 года. URL: <https://business-planner.ru/articles/analitika/issledovanie-rynka-elektromobilej-v-rf-i-v-mire-po-itogam-2021-goda.html> (дата обращения: 24.09.23).

2. Стимулирование развития электротранспорта как инструмент развития территории / Ю. С. Валеева, М.В. Калинина, Т. Г. Зорина, И. Г. Ахметова // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. № 1(53). С. 155-172.

3. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda> (дата обращения: 24.09.23).

4. Майорова Е. С., Беляев Э. И. Развитие сети зарядных станций для электротранспорта с использованием имитационного моделирования // Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы международной научно-технической конференции. Казань: КГЭУ, 2023 Т. 3. С. 188-191.

5. Будникова И.К., Приймак Е.В. Статистический анализ качества обслуживания потребителей электроэнергии. // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 12. С. 106-108.

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЙ, ПОСТРОЕННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ APPMACHINE

Мансор И.М

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Одной из ведущих платформ для создания мобильных приложений и интерактивных решений является AppMachine. В статье рассмотрены проблемы производительности приложений, построенных на платформе AppMachine, а также возможные методы их решения.

Ключевые слова: приложение, платформа, AppMachine, разработка, тестирование.

В мире быстроразвивающихся технологий, разработка приложений становится все более значимой и прибыльной отраслью [1]. Одной из ведущих платформ для создания мобильных приложений и интерактивных решений является AppMachine. AppMachine предоставляет разработчикам удобные инструменты и ресурсы для создания кроссплатформенных приложений, но как и в случае с любой другой платформой возникают проблемы производительности.

Производительность графики является критически важным аспектом при разработке приложений на платформе AppMachine. Для решения проблем с графической производительностью, разработчики AppMachine могут применять различные методы оптимизации. Это включает в себя снижение разрешения изображений, улучшение сжатия текстур, а также более эффективное управление анимациями. Оптимизация графики также может включать в себя использование векторной графики, которая может быть масштабирована без потери качества. Оптимизация графических ресурсов помогает создать приложения на платформе AppMachine, которые работают плавно и без задержек, даже на устройствах с ограниченными ресурсами.

Код приложения играет решающую роль в его производительности [2]. Неэффективно написанный код или неправильное использование ресурсов процессора и памяти могут привести к снижению производительности приложения на платформе AppMachine. Это может проявиться в виде долгих загрузок, задержек в ответах на пользовательские действия и общей неотзывчивости приложения.

Для решения проблем с производительностью кода, разработчики должны провести тщательное тестирование и профилирование своего приложения. Оптимизация кода может включать в себя устранение узких мест, использование более эффективных алгоритмов и структур данных, а также асинхронную обработку задач. Также важно учитывать оптимизацию базы данных и запросов к серверу. Оптимизированный код способствует более быстрой загрузке и отзывчивости приложения на платформе AppMachine.

Неправильное управление ресурсами, такими как память и сетевые запросы, может привести к проблемам производительности. Недостаток памяти и избыточное использование сетевого трафика могут снизить производительность приложения на платформе AppMachine.

Чтобы избежать этих проблем, разработчики должны использовать инструменты мониторинга ресурсов, предоставляемые AppMachine. Это позволяет отслеживать использование памяти, сетевой трафик и другие ресурсы. Оптимизация сетевых запросов и кэширование данных также могут помочь в управлении ресурсами. Эффективное управление ресурсами позволяет обеспечить стабильную производительность и более эффективное использование ресурсов устройства.

Для обеспечения высокой производительности приложений на платформе AppMachine, тестирование и профилирование являются неотъемлемой частью разработки. Регулярное тестирование позволяет выявить проблемы сразу после их возникновения, что делает их устранение более простым. Разработчики могут проверять приложение на различных устройствах и платформах, а также проводить нагрузочное тестирование, чтобы удостовериться, что приложение справляется с различными условиями использования.

Таким образом, разработка приложений на платформе AppMachine предоставляет множество возможностей для создания качественных и производительных приложений. Однако, чтобы обеспечить высокую производительность и удовлетворение пользователей, разработчики должны серьезно заниматься оптимизацией графики, кода и управлением ресурсами.

Источники

1. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Тенденции развития сферы мобильных приложений в современном обществе / Социальная онтология России. Сборник научных статей по докладам XIV Всероссийских Копыловских чтений. Новосибирск, 2020. С. 399-402.

2. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Основные аспекты развития сферы разработки мобильных приложений / Информационные технологии в

строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 1 (19). С. 110-112.

ИНВЕСТИЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Мигманова А.Д.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

migmanovaalina@yandex.ru

Науч.рук. доц. Мухаметова Л.Р.

В данной статье рассматривается анализ текущих вопросов инвестиционных программ в сфере электроэнергетики. Изучены темпы роста финансовых, проектных и строительно-монтажных ресурсов, финансового объема рынка электроэнергии и мощности требуют внесения изменений в государственные программы развития отрасли, направленные на повышение эффективности электроэнергетической отрасли в целом.

Ключевые слова: инвестиция, электроэнергетика, электростанция, динамика, инвесторы, рост.

Инвестиции в электроэнергетике включают в себя финансирование и развитие проектов, связанных с производством, передачей и распределением электроэнергии. Это может быть как инвестиции в строительство новых электростанций, так и модернизация существующих, улучшение инфраструктуры передачи и распределения электроэнергии.

Инвестиции в электроэнергетику могут включать следующие виды проектов:

1. Строительство новых электростанций:

- Термические электростанции, использующие ископаемое топливо для производства электричества.

- Гидроэлектростанции, использующие энергию потока воды для генерации электричества.

- Ветряные электростанции, использующие энергию ветра для производства электроэнергии.

- Солнечные электростанции, преобразующие солнечную энергию в электричество.

2. Модернизация существующих электростанций:

- Внедрение новых технологий и оборудования для повышения энергоэффективности и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

- Расширение мощностей электростанций для увеличения производимой электроэнергии.

3. Разработка и строительство новых сетевых инфраструктур:

- Постройка новых линий электропередачи для передачи электроэнергии от электростанций до потребителей.

- Расширение существующих электросетей для обеспечения энергоемкости и надежности электроснабжения.

Инвестиции в электроэнергетику могут исходить как от государственных организаций, так и от частных инвесторов, в том числе коммерческих банков, компаний и фондов. Они могут быть направлены как на проекты внутри страны, так и на международные проекты в данной области. Инвестиции в электроэнергетику являются важным фактором для обеспечения стабильного и надежного энергоснабжения и достижения энергетической независимости.

На основе изучения темпов роста финансовых, проектных и строительно-монтажных ресурсов, а также финансового объема рынка электроэнергии, можно сделать вывод о необходимости внесения изменений в государственные программы развития отрасли. Эти изменения должны быть направлены на повышение эффективности электроэнергетической отрасли в целом. Динамика роста финансовых ресурсов свидетельствует о том, что инвесторы проявляют интерес к развитию электроэнергетики. Это может быть связано с растущим спросом на электроэнергию, а также с переходом к энергоэффективным технологиям. Однако, для оперативного использования финансовых ресурсов необходимо внести изменения в государственные программы развития отрасли.

Развитие проектных и строительно-монтажных ресурсов указывает на активные изменения в строительстве объектов электроэнергетики. Следовательно, чтобы ресурсы были использованы наиболее эффективно, важно разработать и реализовать государственные программы, направленные на улучшение управления проектами, снижение сроков и стоимости их реализации, а также обеспечение качественного строительно-монтажного процесса.

Рост финансового объема рынка электроэнергии свидетельствует о растущем спросе на данный вид услуг. Чтобы электроэнергетическая отрасль была производительной в целом, необходимо провести реформы, направленные на обеспечение конкуренции на рынке, улучшение качества предоставляемых услуг и снижение цен.

Таким образом, на основе изучения темпов роста финансовых, проектных и строительно-монтажных ресурсов, а также финансового объема рынка электроэнергии, можно сделать вывод о необходимости внесения изменений в государственные программы развития и улучшения отрасли. Основной целью этих изменений должно быть повышение продуктивности электроэнергетической отрасли в целом.

Источники

1. Мухаметова Л.Р., Ахметова И.Г. Инновационное развитие региональной экономики // Инновационные кластеры в цифровой экономике: теория и практика. Труды VIII научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 298-302.

2. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и методы оценки любых активов. М.: Альпина бизнес букс, 2012. 1316 с

3. Куликова О. В. Финансовое обеспечение инвестиционного процесса предприятий электроэнергетики // Российское предпринимательство. 2008. № 6. С. 48-51.

МАЙНИНГ КРИПТОВАЛЮТ КАК ПРОБЛЕМА В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

Михеев М.Д.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

pankun@vk.com

Науч. рук. канд. полит. наук, доц. Януш О.Б.

В данной статье рассматривается проблема отсутствия правового регулирования майнинга, так как для крипто добычи майнеры используют электроэнергию на общих условиях и тарифах, а также заработок от данной деятельности не облагается налогом.

Ключевые слова: майнинг, право, электроэнергия, энергопотребление.

Правовое регулирование майнинга становится все более актуальной темой в современном мире. Майнинг, или добыча криптовалюты, осуществляется с использованием компьютерного оборудования, которое требует значительного количества электроэнергии. В связи с этим возникают вопросы отношения энергокомпаний к тарифу электроэнергии и получении прибыли от майнинга [1].

Одной из ключевых проблем, с которой сталкиваются майнеры, является высокая стоимость электроэнергии. В большинстве стран майнинг считается нагрузкой на энергетическую систему и требует большого количества энергии [2]. Энергокомпании устанавливают высокие тарифы на электроэнергию для майнеров, поскольку они считаются крупными потребителями. Это может создавать трудности для майнеров, особенно в начальном этапе, когда еще не достигнута высокая эффективность добычи и уровень доходности.

Однако, ситуация начинает меняться в некоторых странах [3]. Есть положительные примеры, когда энергокомпании осознают потенциал майнинга и предлагают специальные тарифы для крипто добычи. Некоторые компании даже инвестируют средства в развитие майнинг-ферм, предлагая сниженные тарифы на электроэнергию взамен получения доли от прибыли. Такие соглашения могут быть взаимовыгодными и для майнеров, и для энергокомпаний.

Вместе с тем, важным аспектом правового урегулирования майнинга является вопрос о соблюдении экологических норм. Потребление большого количества электроэнергии для майнинга может оказывать негативное влияние на окружающую среду, особенно если энергия производится за счет ископаемых видов топлива. В связи с этим в некоторых странах предлагаются

различные программы и инициативы по использованию возобновляемых источников энергии для майнинга.

По поводу “правового вакуума”, связанного с майнингом, заместитель министра энергетики РФ говорит, что нормативно-правовое регулирование необходимо, как и проявление лояльности, обращение майнинга на пользу государству [5]. Как отметил вице-премьер РФ, было бы более целесообразно легализовать и законодательно закрепить в России майнинг как вид деятельности, то есть, обеспечить его налогообложением, и, возможно, согласовывать с энергокомпаниями вопрос о тарифах для данных целей.

С другой стороны, майнинг негативно сказывается на нормальной работе энергорынка. По мнению Председателя правления Ассоциации «НП Совет рынка», необходимым является тариф, дифференцированный по объемам потребления[4]. В противном случае может ухудшиться качество и надежность электроснабжения потребителей как следствие повышенной нагрузки на бытовую сеть. Так же считает глава ГП и ЭСК (Гарантирующие поставщики и Энергосбытовые компании), призывая к “розничной” продаже электричества, указывая, для каких именно нужд подключается электричество и, в случае несанкционированных подключений и/или трат, отключение электроэнергии.

Помимо проблемы с электроэнергией, правовое урегулирование майнинга также охватывает вопросы налогообложения и финансовой деятельности майнеров. В разных странах существуют различные подходы к налогообложению криптовалют и получению дохода от добычи. Некоторые государства признают криптовалюту как полноценное средство платежа и применяют стандартные налоговые правила, в то время как другие разрабатывают специальные законы и налоговые ставки.

В целом, правовое регулирование майнинга является сложной и актуальной темой. Ситуация в этой области постоянно меняется и важно проводить дальнейшие исследования и обсуждения для разработки эффективной и справедливой системы регулирования. Ключевыми аспектами, которые следует учесть, являются баланс интересов между майнерами, энергокомпаниями и государством, а также соблюдение экологических норм и прозрачность финансовой деятельности.

Источники

1. Смертина П. Рынок криптовалют: криптофермы заплатят за электричество больше населения [Электронный Ресурс]. <https://www.kommersant.ru/doc/5117886> (дата обращения 15.11.2023).

2. Задорожный М. Две проблемы энергетиков России от майнинга [Электронный Ресурс]. <https://www.bfm.ru/news/483693> (дата обращения 15.11.2023).

3. Сазонова М. Регулирование майнинга в России - за и против [Электронный Ресурс]. <https://www.garant.ru/news/1537434/> (дата обращения 15.11.2023).

4. Быстров М. Майнинг является серьезной проблемой для нормальной работы энергорынков [Электронный ресурс]. <https://www.npr-sr.ru/ru/press/news/57062-maksim-byistrov-mayning-yavlyaetsya-sereznoy-problemoj-dlya-normalnoy-raboty> (дата обращения 14.11.2023).

5. Рюмин А. В Минэнерго заявили о необходимости ввести майнинг в правовое поле в кратчайшие сроки [Электронный ресурс]. <https://tass.ru/ekonomika/14192659> (дата обращения 17.11.2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ ЦЕНЫ РЕАЛИЗАЦИИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Мосолков Р. Д.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

radelelinal@gmail.com

Науч. рук. доц. Будникова И. К.

В работе предложен один из методов машинного обучения для прогнозирования данных о цене реализации нефтепродуктов. На основе алгоритма метода случайных лесов, автором разработана программа для ЭВМ на языке программирования Python 3.9 с использованием сторонних библиотек для интерпретации, анализа и визуализации данных. Представлены результаты прогнозирования.

Ключевые слова: модель, машинное обучение, случайный лес, язык программирования, python, визуализация.

Нефтепродукты играют ключевую роль в мировой экономике, и их цены могут колебаться в зависимости от различных факторов, таких как спрос и предложение, геополитические события, погодные условия и многие другие. Это делает прогнозирование цен на нефтепродукты важной задачей для нефтеперерабатывающих заводов и инвесторов [1,2].

В данной статье рассматривается, возможность применения одного из методов машинного обучения, как случайный лес, для прогнозирования цен на нефтепродукты [3].

Случайный лес (Random Forest) представляет собой выдающийся метод машинного обучения, который с успехом применяется в различных областях. Он объединяет несколько ключевых принципов и характеристик:

1. Ансамбль деревьев: случайный лес состоит из множества решающих деревьев, работающих параллельно. Это ансамбль моделей, где каждое дерево делает прогноз независимо, и результаты комбинируются для получения окончательного ответа.

2. Бутстрап выборка: при построении каждого дерева извлекается случайная подвыборка из обучающих данных с возвращением. Это позволяет каждому дереву видеть разные данные и способствует разнообразию моделей.

3. Усреднение или голосование: в задаче регрессии результаты всех деревьев усредняются, а в задаче классификации используется голосование большинства. Это позволяет получить более стабильные и точные прогнозы.

4. Устойчивость и высокая точность: случайный лес обладает устойчивостью на разных наборах данных и часто достигает высокой точности прогнозирования.

5. Широкий спектр применения: метод случайных лесов подходит для разных типов задач, включая классификацию, регрессию, детекцию аномалий и другие.

6. Интерпретируемость: помимо высокой производительности, случайные леса могут предоставить информацию о важности признаков.

Случайный лес является одним из наиболее мощных и универсальных методов машинного обучения, который пользуется популярностью благодаря своим выдающимся характеристикам и способности к достижению высокой точности в разнообразных задачах.

Входные данные для тестирования программы были выгружены с официального сайта fedstat.ru [4] и представлены на рис. 1.

		2018						
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	
Российская Федерация	Республика Башкортостан	рубль Автобензин Аи-92	38 933,0809	39 162,319	39 896,277	44 346,8663	51 545,9055	51 6
		Автобензин Аи-95 и выше	40 175,3819	40 839,7511	41 107,7775	46 008,6904	50 639,9492	52
		Дизельное топливо	39 956,6263	46 267,5774	42 148,2268	43 236,9166	47 231,3235	48 4
		Мазут топочный	9 788,7499	15 912,5643	11 070,9196	12 015,778	14 742,5011	17 1
	Республика Бурятия	рубль Автобензин Аи-92	47 524,29	49 189,19		50 024		
		Автобензин Аи-95 и выше	49 493,9286	51 979,3193		53 200,9465		
		Дизельное топливо	50 550,7168	49 412,9577		49 188,0722		
		Мазут топочный						
	Республика Дагестан	рубль Мазут топочный						
	Республика Ингушетия	рубль Автобензин Аи-92					48 177,7305	
		Автобензин Аи-95 и выше					49 874,967	
		Дизельное топливо					47 480,0991	

Рис. 1. Входные данные

Представлены данные каждого субъекта Российской Федерации о средневзвешенной цене реализации четырех видов нефтепродуктов: автобензин Аи-92, автобензин Аи-95 и выше, дизельное топливо и топочный мазут. Для прогноза было выбрано дизельное топливо для Республики Татарстан.

Автором разработана программа для прогнозирования на языке программирования python 3.9 с использованием библиотек `numpy`, `pandas`, `matplotlib`, `sklearn`[5].

Основным параметром при использовании данного метода – является выбор количества опрашиваемых деревьев. При слишком большом выборе деревьев, качество работы алгоритма может доходить до 100%, но при этом модель будет переобучаться, что является признаком плохой работы алгоритма. Самым оптимальным значением является 100 деревьев.

После выбора параметра, можно обучать модель. По итогам работы модели, получаем прогнозное значение, которое равно примерно 56816 рублей в следующем месяце, а также среднюю абсолютную ошибку (MAE),

С помощью библиотеки `matplotlib` визуализируем данные и результаты работы программы на основе выбранной модели, которые показаны на рис 2.

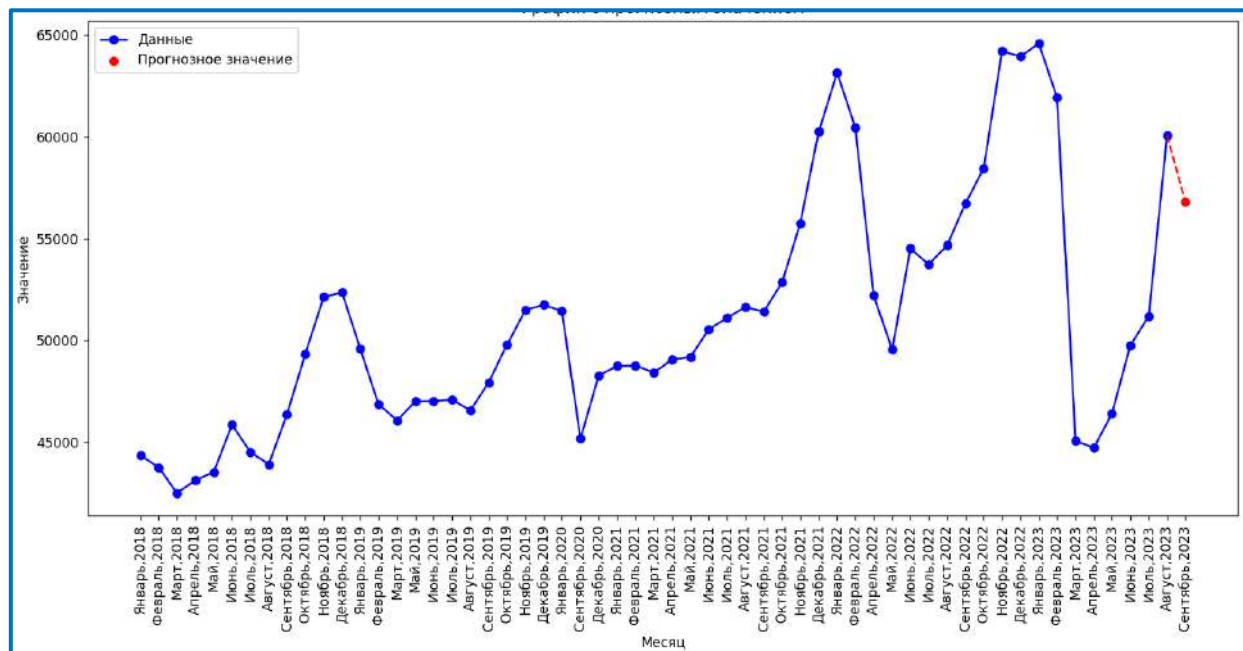


Рис 2. График фактических и прогнозных значений

Из полученных автором результатов следует, что использование метода случайных лесов в машинном обучении для целей прогнозирования средневзвешенной цены реализации дизельного топлива с нефтеперерабатывающих заводов в Республике Татарстан представляет обоснованный и эффективный подход. Этот метод позволяет учесть разнообразные факторы и источники данных, что повышает точность прогнозов и может быть полезным инструментом для принятия стратегических решений в сфере энергетики.

Источники

1. Будникова И.К., Приймак Е.В. Моделирование спроса на продукцию нефтепереработки в условиях рынка. // Вестник Технологического университета. 2022. Т. 25. № 4. С. 107-110.
2. Будникова И.К., Агафонова В.В. Прогнозирование продаж многономенклатурной продукции нефтепереработки.// Информационные

технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 42-45.

3. Топольников А. С., Латыпов Б. М. Машинное обучение: теория и практическое применение в процессах добычи нефти: учебное пособие / А. С. Топольников, Б. М. Латыпов. Уфа: УГНТУ, 2020. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/245255> (дата обращения: 13.10.2023).

4. Единая межведомственная информационно – статистическая система / [Электронный ресурс] // ЕМИСС: [сайт]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/42637> (дата обращения: 13.10.2023).

5. Алексеев, Д. С. Технологии интеллектуального анализа данных: учебник для вузов / Д. С. Алексеев, О. В. Щекочихин. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 176 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/187559> (дата обращения: 13.10.2023).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Мубаракшина Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

ruzilya.mubarakshina.01@mail.ru

В данной работе подчеркивается важность энергосбережения в современном обществе. Основные аспекты энергосбережения, рассмотренные в статье, включают уменьшение затрат, повышение производительности и др. Также отмечаются основные экономические преимущества энергосбережения.

Ключевые слова: энергообеспечение, экономичность, энергозатраты, предприятие, факторы влияния.

Энергосбережение является одним из важных аспектов ресурсосбережения, который заслуживает особого внимания. В экономических исследованиях существует множество трактовок и определений этого понятия. Энергосбережение – это процесс использования энергии с наименьшими затратами и максимальной эффективностью [1]. Оно играет важную роль в современном обществе, где ресурсосбережение и устойчивость к изменениям климата становятся все более важными. Одним из главных аспектов энергосбережения является его экономическая эффективность.

Уменьшение затрат. Одним из главных преимуществ энергосбережения является возможность снижения затрат на энергию. Путем оптимизации энергопотребления и внедрения эффективных технологий, компании и домохозяйства могут значительно сократить свои энергетические расходы [2]. Например, использование энергосберегающих ламп и электроприборов с низким потреблением энергии может снизить электрические счета.

Повышение производительности. Энергосбережение также способствует повышению производительности предприятий. Более эффективное использование энергии позволяет сократить время простоя оборудования и улучшить производственные процессы. Например, внедрение системы управления энергопотреблением может помочь идентифицировать и устранить энергетические потери и неэффективные рабочие процессы.

Снижение экологического воздействия. Энергосбережение также имеет положительный вклад в экологию. Сокращение потребления энергии приводит к снижению выбросов парниковых газов и других загрязнений, связанных с производством энергии. Это важно для борьбы с изменением климата и сохранения окружающей среды для будущих поколений [3].

Стимулирование инноваций и развития. Энергосбережение стимулирует инновации и развитие в области энергетики. Компании, стремящиеся снизить энергозатраты, инвестируют в разработку новых технологий и процессов, которые могут привести к повышению энергетической эффективности. Это ведет к созданию новых рабочих мест и улучшению экономического развития.

Государственная поддержка. Многие правительства по всему миру осознают важность энергосбережения и предлагают различные программы и стимулы для его поддержки. Это может включать налоговые льготы, субсидии на энергосберегающие технологии, обучение и консультации. Такая поддержка помогает создать благоприятные условия для развития энергосбережения и повышения его экономической эффективности [4].

Энергосбережение имеет множество экономических преимуществ. Оно позволяет снизить затраты на энергию, повысить производительность, снизить экологическое воздействие, стимулировать инновации и получить государственную поддержку. Внедрение энергосберегающих мероприятий не только выгодно для отдельных компаний и домохозяйств, но и способствует устойчивому развитию и сохранению окружающей среды. В целом, для более полного и оригинального понимания энергосбережения стоит учитывать его многогранный характер, включая технические, социальные, экономические и экологические аспекты. Такой подход позволит более точно охарактеризовать и осознать важность энергосбережения в современном мире.

Источники

1. Тюкавкин, Н. М. Экономическая эффективность энергосбережения, энергопотребления и комплексный подход к ее оценке / Н. М. Тюкавкин, Е. С. Подборнова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2020. – № 11(193). – С. 69-75.

2. Керашев, М. А. Экономическая эффективность энергосбережения в Краснодарском крае / М. А. Керашев, Р. А. Вершинин // Энергосбережение и водоподготовка. – 2004. – № 1. – С. 77-79.

3. Добринова, Т. В. Экономическая сущность энергосбережения и энергетической эффективности / Т. В. Добринова, И. А. Семиохин // Аллея науки. – 2018. – Т. 4, № 8(24). – С. 476-480.

4. Карапетян, Д. Т. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности как приоритет и фактор экономического роста и развития России / Д. Т. Карапетян // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы: сборник научных статей 19-й Международной научно-практической конференции, Курск, 25 июня 2020 года.

Том 3. – Курск: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Курский филиал, 2020. – С. 213-218.

УСТРОЙСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА НА БАЗЕ ИНФРАКРАСНОГО ДАЛЬНОМЕРА GP2Y0A021

Мухамедзянов Э.А.¹, Токтаров И.В.², Мухаметзянов Р.Р.³, Павлов А.Э.⁴,
Гарифуллин Р.Р.⁵

^{1,2,3,4,5} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹emil20.03.012@gmail.com, ²toktarovigor@outlook.com, ³rishat05282000@gmail.com, ⁴pavlov-
1557-104@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

Науч. рук. доцент, к.т.н. Павлов П.П.

В тезисе представлена система технического зрения на базе инфракрасного дальномера, описан принцип ее работы и приведен программный код, для передачи и расшифровки сигнала от дальномера микроконтроллеру. Была проведена оценка точности дальномера при помощи системы ROS, и сделаны выводы о целесообразности его использования на беспилотном транспорте.

Ключевые слова: дальномер, техническое зрение, контроллер, беспилотный транспорт, устройство.

В целях развития отечественных систем беспилотного транспорта проводятся исследования различных компонентов, для устройств технического зрения, с целью повышения эффективности таких систем. В качестве такого компонента, для создания устройства технического зрения, пригодного для применения на беспилотном транспорте, был использован инфракрасный дальномер GP2Y0A021, его характеристики представлены в таблице 1, микроконтроллер на базе Arduino, подключенный к компьютеру, для вывода обработанного сигнала[1].

Таблица 1

Характеристика дальномера GP2Y0A021

Напряжение питания, В	4,5–5,5
Потребляемый ток, мА	30–40
Диапазон расстояний, см	10–80

Для подключения инфракрасного дальномера к плате ардуино, используются 3 вывода:

- Vcc (красный) – питание +5 В;
 - Gnd (черный) – «земля»;
 - V_o (желтый) – сигнальный провод для считывания показаний.
- Схема его подключения к плате Arduino представлена на рисунке 1[2].

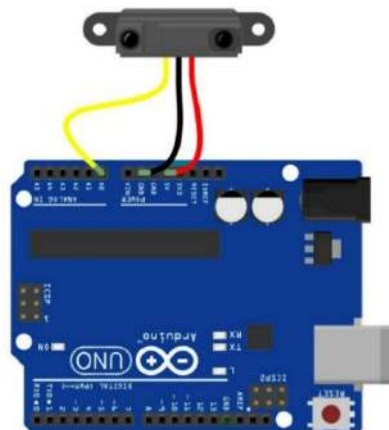


Рис. 1 Схема подключения датчика GP2Y0A021 к ArduinoUNO

Для расшифровки сигнала с датчика и передачи его на компьютер используется представленный ниже программный код[3].

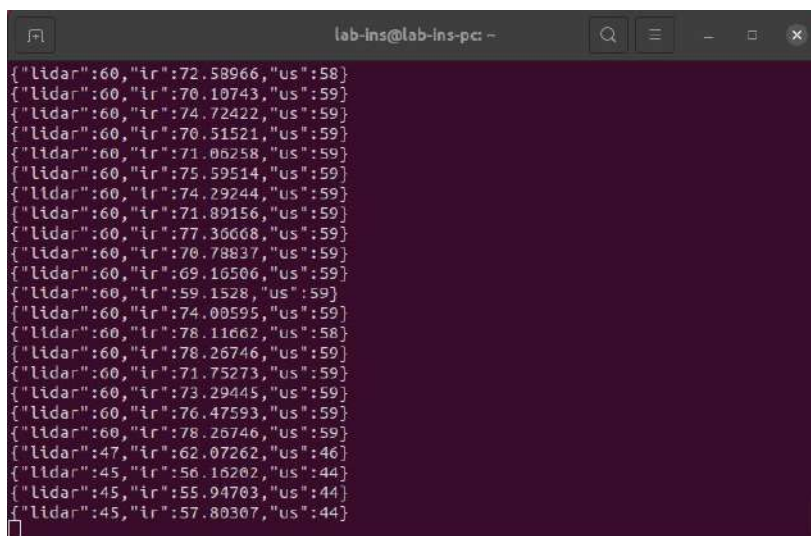
```

const int8_t analog_Pin = 0; // Вывод к которому подключен датчик
const double division_ADC = 0.0048828125; // Напряжение
// соответствующее одному делению АЦП (опорное напряжение / количество
// делений АЦП) = 5В / 1024 = 0.0048828125
double inputVoltage; // Рассчитанное напряжение полученное с датчика
double distance_OBJ; // Рассчитанная дистанция до препятствия
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  inputVoltage = analogRead(analog_Pin)*division_ADC; //
  // Рассчитываем напряжение на входе analog_Pin
  distance_OBJ = 27.86*pow(inputVoltage, -1.15); // Рассчитываем
  // расстояние до объекта
  Serial.println(distance_OBJ); // Выводим полученное расстояние
  delay(200); // Приостанавливаем выполнение программы на 0,2 сек
}

```

Результат действия программы и передача данных о расстоянии на

контроллер представлены на рисунке 2.



```
lab-ins@lab-ins-pc ~  
{ "lidar":60,"ir":72.58966,"us":58}  
{ "lidar":60,"ir":70.10743,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":74.72422,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":70.51521,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":71.06258,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":75.59514,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":74.29244,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":71.89156,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":77.36668,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":70.78837,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":69.16506,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":59.1528,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":74.00595,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":78.11662,"us":58}  
{ "lidar":60,"ir":78.26746,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":71.75273,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":73.29445,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":76.47593,"us":59}  
{ "lidar":60,"ir":78.26746,"us":59}  
{ "lidar":47,"ir":62.07262,"us":46}  
{ "lidar":45,"ir":56.16202,"us":44}  
{ "lidar":45,"ir":55.94703,"us":44}  
{ "lidar":45,"ir":57.80307,"us":44}
```

Рис. 2. Результат передачи сигнала от контроллера на компьютер.

В данном примере объект был установлен на расстоянии 0,45 м от датчика. Результат показывает низкую точность данных, по сравнению с лазерным и ультразвуковым дальномерами. Устройство такой системы не желательно применять на беспилотном транспорте в дополнение системам технического зрения [4,5].

Источники

Гусев С. И., Елифанов В. В. Система функционирования беспилотного автотранспортного средства // Вестник УлГТУ. 2019. №4 (88). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-funktsionirovaniya-bespilotnogo-avtotransportnogo-sredstva> (дата обращения: 22.05.2023).

Захарин А.С., Лукин Р.С. Разработка аппаратного обеспечения для устройства, предупреждающего о столкновении // Бакалаврская работа: 09.03.01 – Сибирский Федеральный Университет, Красноярск, 2018 – 24 с.

Мухамедзянов Э.А., Павлов П.П. Исследование систем дальнометрии автономных электротехнических комплексов транспортного назначения // Бакалаврская работа: 13.03.02 – Казанский Государственный Энергетический Университет, Казань, 2023 – 39 с.

Khusnutdinova, E., Pavlov, P., Fandeyev, V., Khizbullin, R., Khusnutdinov, A., SHerepenkin, I.: In: IOPConf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 915, p. 012032(2020).

5. Павлов П.П., Идиятуллин Р.Г., Литвиненко Р.С. К вопросу оценки надежности электротранспортной системы города // Бюллетень транспортной информации, 2017, №5(263), С.23 - 26.

УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА НА БАЗЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАЛЬНОМЕРА HC-SR04

Мухамедзянов Э.А.¹, Токтаров И.В.², Мухаметзянов Р.Р.³, Павлов А.Э.⁴,

Гарифуллин Р.Р.⁵

^{1,2,3,4,5} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹emil20.03.012@gmail.com, ²toktarovigor@outlook.com, ³rishat05282000@gmail.com, ⁴pavlov-1557-104@yandex.ru, ⁵kgeu-et@yandex.ru

Науч. рук. доцент, к.т.н. Павлов П.П.

В данном тезисе представлена система технического зрения, основанная на ультразвуковом дальномере. В нем описывается принцип работы данной системы и приводится программный код для передачи и расшифровки сигнала от дальномера микроконтроллеру. Также проведена оценка точности дальномера при помощи системы ROS, что позволило сделать выводы о целесообразности его использования в беспилотных транспортных средствах. Сделаны выводы о эффективности и перспективах данной системы в контексте беспилотных транспортных средств.

Ключевые слова: ультразвуковой дальномер, техническое зрение, контроллер, беспилотный транспорт, устройство.

Для развития отечественных систем беспилотного транспорта проводятся исследования различных компонентов технического зрения с целью повышения эффективности этих систем. В данном контексте использован ультразвуковой дальномер HC-SR04 в качестве ключевого компонента для создания устройства технического зрения, пригодного для применения на беспилотных транспортных средствах. Его характеристики представлены в таблице 1. Для вывода обработанного сигнала использован микроконтроллер на базе Arduino, подключенный к компьютеру[1].

Таблица 1

Характеристика дальномера HC-SR04

Напряжение питания, В	45
Потребляемый ток, мА	2-15
Диапазон расстояний, см	2-400

Для подключения ультразвукового дальномера к плате ардуино, используются 4 вывода:

- Vcc (красный) – питание +5 В;
- Gnd (черный) – «земля»;
- Trig (оранжевый) – сигнальный провод для считывания показаний.
- Echo (синий)

Схема его подключения к плате Arduino представлена на рисунке 1[2].

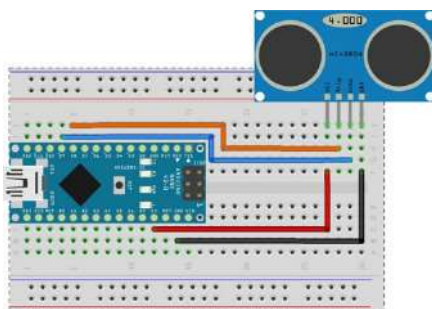


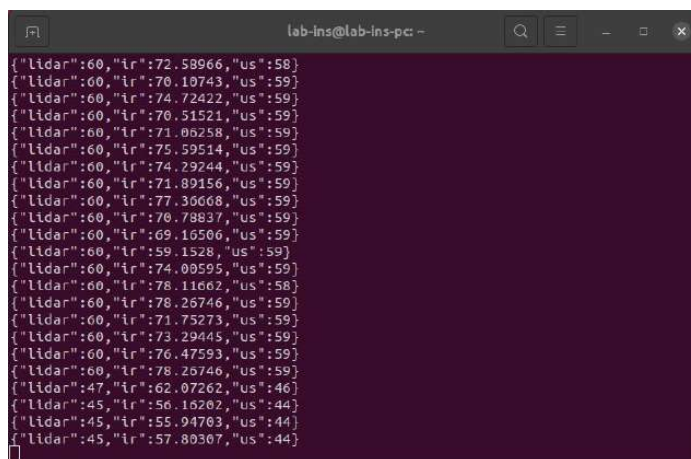
Рис. 1. Схема подключения дальномера HC-SR 04 к Arduino UNO

Для расшифровки сигнала с дальномера и передачи его на компьютер используется представленный ниже программный код[3].

```
import pigpio
import time
RX, TX = 6, 5
pi = pigpio.pi()
pi.set_mode(RX, pigpio.INPUT)
pi.bb_serial_read_open(RX, 115200)
def getDistance():
    count, data = pi.bb_serial_read(RX)
    if count > 8 and 89 in data and data.index(89) <= count - 9:
        start_idx = data.index(89)
        checksum = sum(data[start_idx:start_idx+8]) % 256
        if checksum == data[start_idx + 8]:
            distance = data[start_idx + 2] + data[start_idx + 3] * 256
            return distance
while True:
    dist = getDistance()
    if dist:
        print(dist, 'cm')
```


time.sleep(0.1)

Результат действия программы и передача данных о расстоянии на контроллер представлены на рисунке 2.



```
lab-ins@lab-ins-pc: -  
{ "lidar":60, "ir":72.58966, "us":58}  
{ "lidar":60, "ir":70.10743, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":74.72422, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":70.51521, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":71.06258, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":75.59514, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":74.29244, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":71.89156, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":77.36668, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":70.78837, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":69.16506, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":59.1528, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":74.00595, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":78.11662, "us":58}  
{ "lidar":60, "ir":78.26746, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":71.75273, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":73.29445, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":76.47593, "us":59}  
{ "lidar":60, "ir":78.26746, "us":59}  
{ "lidar":47, "ir":62.07262, "us":46}  
{ "lidar":45, "ir":56.16262, "us":44}  
{ "lidar":45, "ir":55.94763, "us":44}  
{ "lidar":45, "ir":57.80307, "us":44}
```

Рис. 2. Результат передачи сигнала от контроллера на компьютер.

В данном примере объект был установлен на расстоянии 0,45 м от датчика. Результат показывает хорошую точность данных, по сравнению с лазерным и инфракрасным дальномерами. Данное устройство может быть использовано в качестве дополнения к системам технического зрения на беспилотных транспортных средствах[4,5].

Источники

Гусев С. И., Епифанов В. В. Система функционирования беспилотного автотранспортного средства // Вестник УлГТУ. 2019. №4 (88). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-funktsionirovaniya-bespilotnogo-avtotransportnogo-sredstva> (дата обращения: 22.05.2023).

Захарин А.С., Лукин Р.С. Разработка аппаратного обеспечения для устройства, предупреждающего о столкновении // Бакалаврская работа: 09.03.01 – Сибирский Федеральный Университет, Красноярск, 2018 – 24 с.

Мухамедзянов Э.А., Павлов П.П. Исследование систем дальнометрии автономных электротехнических комплексов транспортного назначения // Бакалаврская работа: 13.03.02 – Казанский Государственный Энергетический Университет, Казань, 2023 – 39 с.

Khusnutdinova, E., Pavlov, P., Fandeyev, V., Khizbullin, R., Khusnutdinov, A., SHerepenkin, I.: In: IOPConf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 915, p. 012032(2020).

Павлов П.П., Идиятуллин Р.Г., Литвиненко Р.С. К вопросу оценки надежности электротранспортной системы города // Бюллетень транспортной информации, 2017, №5(263), С.23 - 26.

РАБОТА С БОЛЬШИМИ ДАННЫМИ В УСЛОВИЯХ АНТИРОССИЙСКИХ САНКЦИЙ

Мухаметзянов И.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В условиях санкций доступ к данным из определенных стран может быть ограничен. В статье рассматриваются инновации в сборе данных, такие как веб-скрейпинг, интеграция открытых источников, сетевые исследования, использование технологий анонимизации и развитие собственных источников данных. Эти методы позволяют организациям и исследователям преодолевать ограничения и обеспечивать доступ к необходимой информации в условиях санкций. В этой статье рассмотрено то, каким образом организации и специалисты по обработке данных преодолевают трудности, связанные с антисанкциями, и какие инновации приносит это новое поле борьбы и исследований вызов для доступа к данным.

Ключевые слова: санкции, большие данные, веб-скрейпинг, защита данных, сбор данных, инновации.

Большие данные – это структурированные или неструктурированные массивы данных большого объема [1]. Их обрабатывают при помощи специальных автоматизированных инструментов, чтобы использовать для статистики, анализа, прогнозов и принятия решений. Big Data – это массивы информации, которые помогают принимать обоснованные решения, их ещё называют *datadriven*, то есть основанные на данных. Большие данные – это большой объём информации о персональных данных и иной информации о человеке.

Антисанкции, нацеленные на определенные страны или отрасли, могут значительно ограничить доступ к информации и ресурсам [2]. Однако в мире, где данные играют всё более важную роль, работа с большими данными в условиях антисанкций становится вызовом и возможностью одновременно.

Рассмотрим инновации в сборе данных.

Для сбора данных в условиях антисанкций многие организации обращаются к инновационным методам. Например, они могут использовать технологии сбора данных, такие как веб-скрейпинг, для извлечения информации с веб-сайтов. Это позволяет получить доступ к данным, которые ранее могли быть недоступными [3]. Однако такие методы могут вызвать

юридические и этические вопросы, связанные с нарушением частной жизни и авторскими правами.

Веб-скрейпинг (Web Scraping) – это метод, позволяющий автоматически извлекать информацию с веб-сайтов, даже если эти данные не предоставляются в открытом доступе или ограничены географическими санкциями. С помощью специализированных программ и ботов исследователи могут извлекать информацию, такую как новости, цены на товары, или даже научные статьи. Однако веб-скрейпинг может вызывать юридические и этические вопросы, и его использование может быть запрещено некоторыми веб-сайтами.

Интеграция открытых источников данных. Организации могут сосредотачиваться на использовании открытых данных и источников, доступных в открытом доступе [4]. Это могут быть государственные данные, данные научных исследований, информация из открытых баз данных и т.д. Путем интеграции и агрегирования этих данных можно создавать ценные наборы данных, которые ранее были недоступны.

Сетевые исследования. Одним из методов сбора данных в условиях антисанкций являются сетевые исследования и сотрудничество с партнерами из стран, не подвергнутых санкциям. Это позволяет обходить ограничения и получать доступ к данным через партнерские организации и исследователей. Такие сетевые связи и сотрудничество становятся важными для обмена информацией и ресурсами.

Использование технологий анонимизации. В условиях антисанкций защита личных данных и конфиденциальности может быть важной проблемой. Технологии анонимизации данных позволяют скрывать личную информацию и обеспечивать анонимность в собранных данных, чтобы соответствовать законодательству и правилам конфиденциальности.

Развитие собственных источников данных. Организации могут также вкладывать средства и усилия в развитие своих собственных источников данных, таких как датчики, сенсоры и другие устройства для сбора информации. Это позволяет им не зависеть от внешних источников и обеспечивает более надежный доступ к данным [5].

Инновации в сборе данных требуют постоянного мониторинга и адаптации к изменяющейся ситуации санкций и ограничений. Они также подчеркивают важность соблюдения законодательства и этических норм при работе с данными, особенно в условиях ограничений и ограниченного доступа к информации.

Рассмотрим процесс анализа и обработки данных.

Анализ и обработка данных в условиях антисанкций требует особого внимания и методологии. Важно учесть, что доступ к данным может быть ограничен, и поэтому специалисты по обработке данных должны использовать

современные техники и подходы для извлечения максимальной пользы из ограниченных источников данных. Приведем более подробный анализ этого процесса.

1. Сбор данных. В условиях антисанкций сбор данных может быть ограничен, поэтому необходимо активно искать доступные источники. Это могут быть открытые источники информации, веб-сайты, базы данных, а также собственные источники, такие как опросы и исследования. Важным аспектом является удостоверение и аутентификация данных. В условиях ограничений на доступ к данным важно удостовериться, что собранные данные действительно соответствуют тому, что они претендуют быть.

2. Обработка данных. После сбора данных они должны быть обработаны с учетом целей и требований исследования. Обработка включает в себя очистку данных от шума и ошибок, преобразование данных в удобный формат и структурирование для дальнейшего анализа. При работе с ограниченными данными можно столкнуться с проблемой недостаточного объема информации. В таких случаях используются методы статистической экстраполяции и интерполяции для заполнения пробелов в данных.

3. Анализ данных. Он включает в себя применение различных методов статистики, машинного обучения и искусственного интеллекта для извлечения информации и выявления паттернов. Важно учитывать, что в условиях антисанкций данные могут быть неполными и искаженными, поэтому аналитики должны быть готовы к работе с такими данными и учитывать возможные искажения при интерпретации результатов.

4. Визуализация данных. Визуализация данных играет важную роль в обработке и анализе больших данных. Графики, диаграммы и визуальные представления помогают лучше понимать данные и делать выводы. Визуализация также может быть полезной при коммуникации.

5. Интерпретация результатов. Интерпретация результатов анализа данных требует специальных навыков и экспертизы. С учетом ограничений доступа к данным, исследователи должны быть осторожными и критически оценивать полученные результаты. Важно понимать, что анализ данных в условиях антисанкций может иметь определенные ограничения и несмотря на все усилия, не всегда удастся получить полноценное представление о ситуации.

Таким образом, защита данных в условиях антисанкций требует постоянного мониторинга и обновления мер безопасности. Она играет ключевую роль в обеспечении сохранности информации и предотвращении потенциальных угроз для организаций, работающих с большими данными в этом сложном геополитическом контексте. Организации и исследователи должны постоянно адаптироваться к изменяющейся ситуации и разрабатывать

новые методы сбора, анализа и защиты данных. При этом важно соблюдать закон и этические нормы, чтобы избежать нежелательных последствий.

Источники

1. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы обеспечения информационной безопасности больших данных / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 150-152.

2. Антипова Т.С., Зарипова Р.С. Основные направления импортозамещения в сфере информационных технологий в условиях санкций / Инновационное развитие экономики. Будущее России: материалы и доклады VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 142-145.

3. Смирнов Ю.Н., Фатыхов Р.И. Об информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 43-46.

4. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Технологии больших данных в области информационной безопасности / International Journal of Advanced Studies in Computer Engineering. 2018. № 2. С. 74-77.

5. Феоктистов Д.И. Смарт-контракты и блокчейн-среда в области электроэнергетики / Д. И. Феоктистов, О. В. Воркунов // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции. – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 226-230.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОГОДИСПЕРСНОГО СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

Несмейко А.В.¹, Гильмутдинова З.А.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

nes.annastasia@gmail.com¹, z-gilmutdinova@bk.ru²

Науч. рук. доц. Зинуров В.Э.

В статье произведена технико-экономическое сравнение различных классификаторов, предназначенных для получения мелкодисперсного сыпучего материала. Рассматривались 4 различные конструкции аппаратов, но близкие по техническим характеристикам. В ходе анализа результатов было получено, что при эффективности классификаторов от 0,2 до 1 затраты на электроэнергию при использовании мультивихревого классификатора, классификатора № 2, циклонного классификатора и классификатора № 4 составят от 106 до 436, от 115 до 446, от 207 до 548 и от 192 до 531 руб./кг соответственно.

Ключевые слова: классификатор, технико-экономическое сравнение, циклонный классификатор, мультивихревой классификатор, фракционирование, классификация частиц.

Инновация – главный фактор, отвечающий за развитие промышленности. При процессе внедрения нового оборудования необходимо учитывать технико-экономические расчеты, чтобы определить будет ли оно выгодным для конкретного промышленного объекта. В том числе для тех, которые производят мелкодисперсный материал на основе силикагеля, применяемого в качестве адсорбента на многих нефтехимических предприятиях. Важной особенностью силикагеля, производимого на заводе, является его дисперсность. Для получения порошка определенной размерности применяются классификаторы различных производителей. При этом они отличаются своей конструкцией, соответственно, их стоимость и эффективность разделения порошка по фракциям различается. Наиболее часто встречаемыми классификаторами являются циклонные сепараторы, т.к. они наиболее просты по конструкции и дешевые.

В данной работе проводилась экономическая оценка использования мультивихревого классификатора.

При исследовании сравнивались наиболее близкие конструкции классификаторов относительно друг друга [1, 2]. Рассматривались следующие условные модели аппаратов, которые были близки к реальным: мультивихревой классификатор, классификатор № 2 (воздушно центробежный классификатор),

циклонный классификатор и классификатор № 4 (воздушный классификатор LF-5810).

В ходе сравнительного анализа характеристики аппаратов определялись по открытым источникам. Так было установлено, что ориентировочная стоимость мультивихревого классификатора составляет около 50 тыс. руб., классификатора № 2 – 400 тыс. руб., циклонного классификатора – 450 тыс. руб. и классификатора № 4 – 300 тыс. руб.

Также в ходе технико-экономического сравнения была получена зависимость эффективности аппаратов от стоимости электроэнергии, затрачиваемой на получение 1 кг готового продукта за год (см. рисунок).

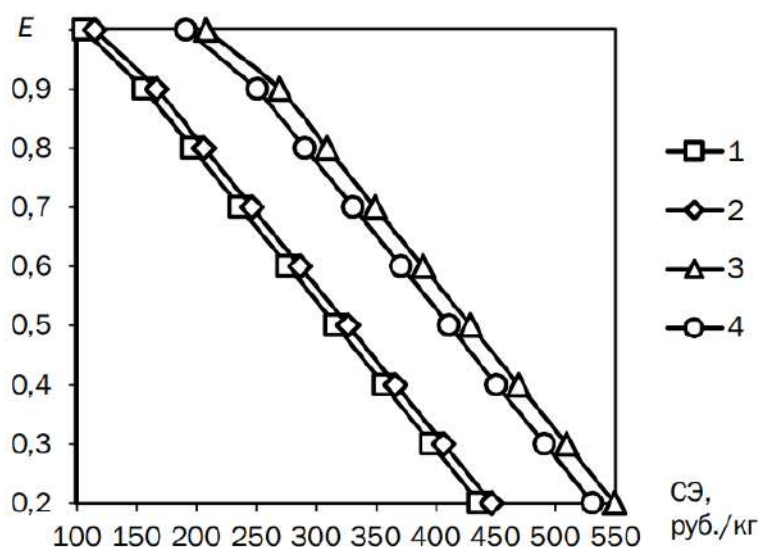


Рис. Зависимость эффективности классификаторов от стоимости электрической энергии, затрачиваемой на получение 1 кг готового продукта за год: 1 – мультивихревой классификатор; 2 – классификатор № 2; 3 – циклонный классификатор; 4 – классификатор № 4

В ходе анализа результатов было установлено, что для получения 1 кг готового продукта различными конструкциями классификаторов затраты на электрическую энергию составят от 105 до 530 руб. В частности, при эффективности классификаторов от 0,2 до 1 затраты на электроэнергию при использовании мультивихревого классификатора, классификатора № 2, циклонного классификатора и классификатора № 4 составят от 106 до 436, от 115 до 446, от 207 до 548 и от 192 до 531 руб./кг соответственно.

Источники

1. Зинуров, В. Э. Техничко-экономическое обоснование применения мультивихревого классификатора-сепаратора / В. Э. Зинуров, А. Р. Галимова, И. Г. Ахметова, И. Н. Мадышев // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2022. – № 7. – С. 33-44.

2. Валиуллина, Д. М. Влияние твердых частиц, дисперсно-коллоидных структур и других неоднородностей на цвет трансформаторного масла / Д. М. Валиуллина, Ю. К. Ильясова, В. К. Козлов // Тинчуринские чтения – 2021 «энергетика и цифровая трансформация»: Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3 томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – С. 17-22. – EDN DFCXLW.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Нуриаслямова Р.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

renatanuriaslamova@gmail.com

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В тексте рассматривается применение искусственного интеллекта (ИИ) в энергетической отрасли. Описываются уникальные возможности ИИ, такие как обработка и анализ данных, автоматизация и прогнозирование, которые помогают энергетическим компаниям повышать эффективность и надежность своей работы. Основное направление применения ИИ в энергетике – оптимизация производства и распределения энергии с использованием алгоритмов машинного обучения.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), энергетическая отрасль, энергетика, автоматизация, прогнозирование, эффективность, энергия, алгоритмы машинного обучения, ресурсы

В современном мире искусственный интеллект (ИИ) становится все более распространенным и важным инструментом в различных областях [1, 2], в том числе и в энергетической отрасли [3]. Уникальные возможности ИИ, такие как обработка и анализ больших объемов данных, автоматизация и прогнозирование, помогают современным энергетическим компаниям повышать эффективность и надежность своей работы.

ИИ может использоваться в сфере оптимизации производства и распределения энергии. С использованием алгоритмов машинного обучения, ИИ способен адаптироваться к практически любой ситуации и предлагать оптимальные решения для каждой конкретной ситуации[4]. Например, ИИ может осуществлять автоматическое управление энергетическими системами, как генерацией, так и распределением энергии, с учетом энергетической нагрузки и доступности ресурсов.

Также применение ИИ оказывается востребованным и необходимым при прогнозировании и управлении энергетическими сетями. С помощью алгоритмов машинного обучения, ИИ может анализировать большие объемы данных о потреблении энергии, прогнозировать его изменения и предоставлять рекомендации для оптимизации работы сетей. Такой подход позволяет энергетическим компаниям адаптироваться к пиковым нагрузкам и эффективно управлять распределением энергии [5].

В энергетике большой проблемой является обнаружение и предотвращение аварийных ситуаций. В этом случае используя методы обработки изображений и анализа данных, ИИ способен обнаруживать аномалии в работе энергетических систем и предупреждать о возможных аварийных ситуациях [6]. Благодаря этому, компании могут предпринять меры по устранению проблем до их возникновения, минимизируя потери энергии и повышая надежность систем.

Кроме того, использование ИИ в энергетической отрасли позволяет энергетическим компаниям сократить операционные расходы и улучшить энергоэффективность [7]. Автоматизация процессов, оптимизация использования ресурсов и точное прогнозирование потребления позволяют снижать затраты энергетических компаний и повышать их конкурентоспособность.

Важно отметить, что применение ИИ в энергетической отрасли также вызывает определенные вызовы и риски. Вопросы конфиденциальности данных, этические аспекты использования ИИ и его надежность требуют дальнейшего исследования и разработки. Тем не менее, перспективы применения ИИ в энергетической отрасли существенно улучшают эффективность и устойчивость систем энергоснабжения, содействуя развитию чистых и стабильных источников энергии.

Искусственный интеллект развивается впечатляющими темпами и вносит огромный вклад в энергетическую отрасль. Повышение эффективности, надежности и устойчивости систем энергоснабжения, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду – всего этого удаётся достичь с помощью ИИ. С постоянными улучшениями и инновациями в области искусственного интеллекта, будущее энергетической отрасли выглядит более устойчивым, сбалансированным и экологически безопасным.

Источники

1. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы и перспективы внедрения информационных и управляющих систем для энергетических объектов / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. 2018. С. 147-149.

2. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости / Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.

3. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Применение искусственного интеллекта в сфере энергетики / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 551-554.

4. Лучинкин В.Л., Зарипова Р.С. Перспективы применения нейронных сетей в энергетике / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 77-80.

5. Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С. Возможность применения нейронной сети в автоматической системы управления процессами добычи и подготовки нефти / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 48-53.

6. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Применение системы машинного зрения для распознавания данных об электрооборудовании / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.1. С. 382-386.

7. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

АНАЛИЗ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИИ DIGITAL ELECTRICITY В СЕТЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Питерский Н.С.

Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г.Смоленск, Россия

9pitpit9@gmail.com

Науч. рук. доц. Андреенков Е.С.

В тезисе рассмотрен принцип работы перспективной технологии *Digital Electricity*, применяемой для питания интеллектуальных умных устройств и датчиков по средствам передачи электроэнергии высокочастотными импульсами энергии.

Ключевые слова: *Digital Electricity*, электроснабжение, цифровые устройства и датчики.

В настоящее время российские компании все активнее инвестируют в технологии интернета вещей, которые позволяют снизить издержки и повысить эффективность бизнес процессов [1]. Так, согласно отчету компании МТС с сентября 2021г. по август 2022г. количество новых интеллектуальных устройств и датчиков, зарегистрированных в *NB-IoT* сети МТС в Московском регионе, увеличилось в два раза, а общее количество пользователей *IoT*-решений выросло на треть и в будущем только продолжит увеличиваться [2]. В связи с этим возникает проблема в обеспечении столь огромного числа устройств питанием с учетом минимальных затрат, при все возрастающих требованиях к надежности и бесперебойности, а также безопасности электроснабжения.

Несмотря на то, что в сегодняшний день традиционно выделяют два способа передачи электроэнергии – передача на переменном электрическом токе (*AC*) и постоянном (*DC*), развитие технологий не стоит на месте, и в некоторых европейских странах уже заявляют о новом способе передачи электрической энергии, названным – «цифровое электричество», от англ. *Digital Electricity (DE)*. Данная технология была разработана и запатентована компанией *VoltServer* в 2015 г. Идея данной технологии заключается в разделении потока электрической энергии на небольшие импульсы, или «энергетические пакеты», которые можно передавать по единой гибридной кабельной инфраструктуре (например, по витой паре или структурированному медному кабелю). В результате будет осуществляться передача не только цифровых данных, но и питания, что существенно удешевит монтаж и обслуживание сети. Кроме того, данная технология имеет возможность

обработки данных для управления, мониторинга и контроля энергопотребления, что так же является конкурентным преимуществом перед другими технологиями. При этом стоит отметить, что идея использования питания электроприемников по витой паре не нова, поскольку конкурирующая технология *Power over Ethernet (PoE)* появилась еще в 2000-х годах, однако *PoE* существенно уступает *DE*, поскольку *PoE* имеет ограничение по передаваемой мощности в 90 Вт при максимальной дальности передачи в несколько сотен метров, тогда как по заявлению *VoltServer – DE* позволяет передавать до 400 Вт на расстоянии до 2 км, 2000 Вт на 300 метров и 2400 Вт на расстоянии 100 метров.

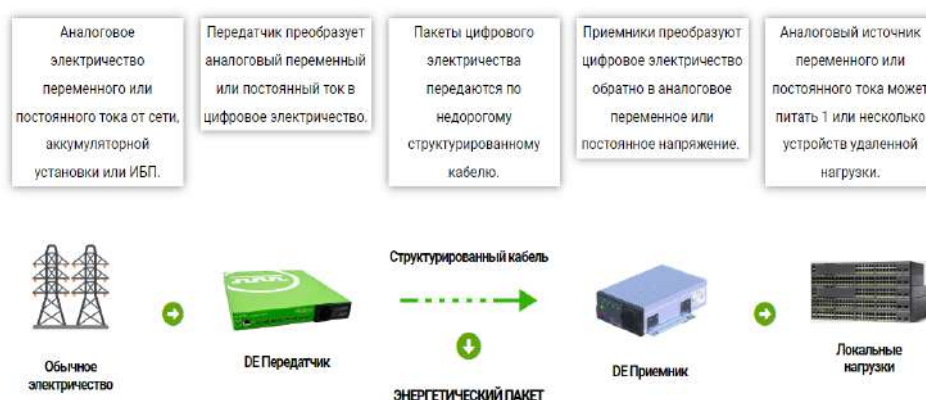


Рис.1. Структурная схема передачи электроэнергии с помощью DE

На рисунке 1 представлена структурная схема передачи электроэнергии с помощью *DE*. Передатчик *VoltServer*, используя *AC* или *DC* от внешней сети с входным напряжением 100–277В переменного тока или 300–400В постоянного тока, с частотой несколько сотен Гц выдаёт по витой паре энергетические импульсы длительностью 1,1 мс, перемежающиеся диагностическими измерительными интервалами в 400 мкс. После отправки каждого импульса сигнальный процессор измеряет затухание в проводе с тем, чтобы определить состояние электропередачи и произвести контроль уровня напряжения на выходе передатчика. По изменению падения напряжения ΔU система выявляет аварийную ситуацию, которая в свою очередь может быть вызвана коротким замыканием, обрывом цепи или ухудшением состояния контакта. При выявлении аварийной ситуации передача мощности прекращается через 3 мс. Затем приёмник преобразует полученную импульсную энергию обратно в *AC* или *DC* для питания локальных устройств. Поскольку энергия каждого отдельного пакета невелика, а скорость отключения мала, она не может нанести вреда людям и другим системам, работающим в здании.

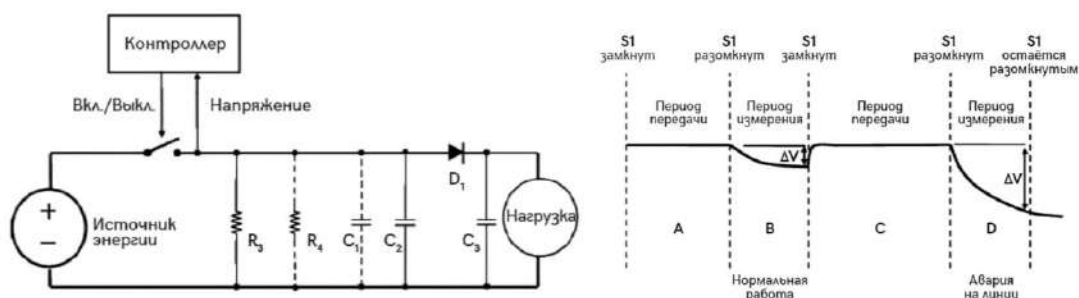


Рис.2. Принципиальная схема генерация импульсного пакета энергии *DE*

Для объяснения процесса формирования импульсного сигнала обратимся к патентной заявке *US9853689B2*, поданной *VoltServer*. На рисунке 2 изображена принципиальная схема генерации импульса энергии. Импульс создается источником постоянного напряжения *Source* под воздействием специального котроллера (*Source Controller*), отдающего управляющее воздействие на силовой быстродействующий ключ *S1*, который в свою очередь связан через параллельно включенные конденсаторы *C* и резисторы *R*, а также последовательно включенный диод *D1* с подключаемой витой парой и нагрузкой *Load*. По завершении импульса контроллер измеряет выходное напряжение на своих клеммах, которое определяется величиной сопротивления резистора *R3*, емкостью конденсатора *C2*, характером подключённой после диода *D1* нагрузки и состоянием витой пары вдоль всей передающей линии. В случае аварийной ситуации, например, при разрыве линии, *C2* будет отключён, падение напряжения ΔU на *D1* за период измерения резко увеличится, что будет сигнализировать автомате о необходимости прекращения подачи электропитания.

Таким образом в данной статье была рассмотрен принцип работы перспективной, по мнению авторов, технологии *Digital Electricity*, в основе которой лежит идея передачи энергии высокочастотными дискретными пакетами по витой паре. Так, использование идеи пакетирования позволяет существенно повысить электробезопасность всей системы, а также значительно увеличить не только передаваемую мощности, но и дальность по сравнению с широко распространенной технологией *PoE*.

Источники

1. Ким Евгений Олегович, Шин Артемий Андреевич Интернет вещей: перспективы применения // Вестник ЧелГУ. 2019. №3 (425). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/internet-veschey-perspektivy-primeneniya> (дата обращения: 22.09.2023).

2. Бондарик В. Н., Кучерявый А. Е. Прогнозирование развития Интернета Вещей на горизонте планирования до 2030 года // Труды МФТИ. 2013. №3 (19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-razvitiya-interneta-veschey-na-gorizonte-planirovaniya-do-2030-goda> (дата обращения: 22.09.2023).

ЭЛЕКТРОСАМОКАТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ КОММЕРЧЕСКОЙ МИКРОМОБИЛЬНОСТИ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Рахимкулова С.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

sofiarahimkullova22@yandex.ru

Науч. рук. доцент Арзамасова А.Г.

Электросамокаты стали неотъемлемой частью городской жизни за последние несколько лет. Они предлагают альтернативу личному автомобилю, общественному транспорту и ходьбе, обеспечивая мобильность на коротких расстояниях. В данном материале рассматривается роль электросамокатов в контексте коммерческой микромобильности в городской среде, проанализирован опыт их использования в городах. Акцентируется внимание на роли электросамокатов в повышении качества услуг и уровня удовлетворенности потребителей.

Ключевые слова: транспорт, электросамокаты, микромобильный транспорт, бизнес, кикшеринг, коммерческая микромобильность.

Актуальность темы исследования связана со стремительным ростом населения в крупных городах в настоящее время, рассинхронизацией планов жилищного строительства и создания общественной инфраструктуры [1]. Что, в свою очередь, приводит к увеличению количества автомобилей на дорогах, а также к высокой плотности застройки городов. Все это влечет за собой проблему транспортного коллапса в крупных городах. Проблема усугубляется тем, что городские территории продолжают расширяться [2], при этом, увеличивая расстояния, которые горожанам приходится преодолевать ежедневно, чтобы добраться до работы или других пунктов назначения. В связи с этим сервисы по прокату электросамокатов (кикшеринг) стали актуальным ответом на вызовы современности.

Коммерческая микромобильность – это использование различных видов транспорта, таких как велосипеды, электросамокаты и мопеды, для перемещения людей и товаров до потребителей. Данный вид транспорта в основном служит для бизнес-целей, в первую очередь для организации курьерской доставки, которая становится все более популярной в крупных городах [3].

Мобильность электросамокатов на 30-50% выше чем у автомобилей в условиях загруженности дорог в крупных городах, что позволяет быстро и удобно доставлять товары до клиентов, а также сокращает удельные расходы на

доставку, чем несомненно привлекает внимание малого и среднего бизнеса к этому инструменту. Это особенно важно для компаний, предлагающих услуги экспресс-доставки, таких как службы доставки еды и продуктов питания. Кроме того, подобный вид микромобильности способен снизить загруженность автомобильных дорог и уменьшает нагрузку на общественный транспорт [4].

Однако, несмотря на все преимущества электросамокатов, их использование в коммерческой микромобильности также сталкивается с рядом вызовов и ограничений. Одним из главных препятствий является отсутствие четких правил и стандартов, регулирующих использование электросамокатов и обеспечивающих безопасность для пешеходов и других участников дорожного движения.

В США электросамокаты впервые появились в 2016 году и быстро завоевали популярность среди жителей крупных городов. По оценкам исследователей, за 2018 год 30% пользователей Lime стали заменять машины на электросамокаты, а 27% жителей США используют скутеры для перемещений по городу. В Нью-Йорке, например, электросамокаты занимают около 1% от общего объема поездок, что составляет около 3 миллионов поездок в год. В свою очередь, использование электросамокатов для доставки началось в 2018 году, когда компания JUMP начала предоставлять услуги микромобильной доставки. С тех пор количество компаний, использующих электросамокаты для доставки, значительно увеличилось, и сегодня они составляют значительную часть коммерческой микромобильности города. Сейчас наиболее известными компаниями, предоставляющими услуги аренды электросамокатов, являются Bird, Lime, Skip, Spin и Voi. К сожалению, коммерческая микромобильность в Нью-Йорке сталкивается с проблемой ограниченности инфраструктуры для электросамокатов, а именно с недостатком специализированных парковок и зарядных станций, что может затруднить процесс использования электросамокатов компаниями и их клиентами. Тем не менее Нью-Йорк активно работает над решением этих проблем и улучшением инфраструктуры для электросамокатов с целью дальнейшего развития коммерческой микромобильности и укрепления своего статуса одного из мировых лидеров в данной области [5].

В Европе электросамокаты также активно используются в качестве средства передвижения. В Париже, Лондоне, Берлине, Амстердаме и других городах есть множество компаний, предлагающих услуги аренды самокатов. Во Франции были проведены исследования, которые показали, что использование электросамокатов может снизить загруженность дорог на 8-10%.

Париж уже несколько лет является одним из мировых центров коммерческой микромобильности. С ростом популярности электросамокатов во всем мире, в столице Франции также активно используется этот вид транспорта

для доставки различных товаров. В Париже самыми популярными компаниями для проката микромобильного транспорта являются Velib, JUMP, Lime и Zoov. В условиях плотного городского трафика электросамокаты стали важным инструментом для различных компаний и сервисов доставки. По данным исследования, проведенного компанией JUMP в 2019 году, в Париже использовалось около 10 000 электросамокатов для коммерческой микромобильности. Эта цифра продолжает расти, так как все больше компаний начинают использовать электросамокаты для своих нужд [6].

Одной из причин популярности электросамокатов в Европе является их удобство и простота в использовании. Они довольно легко складываются и могут быть быстро развернуты в любом месте. Кроме того, многие модели оснащены различными функциями, такими как светодиодные фонари, звуковые сигналы и даже системы навигации, которые помогают курьерам быстро находить нужный адрес. Но не стоит забывать о том, что электросамокаты могут быть небезопасными для пешеходов, особенно на оживленных улицах. Поэтому важно соблюдать правила дорожного движения и скоростной режим. В данное время инфраструктура для электросамокатов пока еще недостаточно развита в Париже, поэтому некоторые курьеры сталкиваются с проблемами при поиске зарядных станций или мест для парковки. Несмотря на эти трудности, власти активно работают над развитием инфраструктуры для электросамокатов и созданием более безопасных условий для их использования. В частности, в городе уже появились специальные зоны для парковки электросамокатов, а также зарядные станции, которые позволяют быстро зарядить аккумулятор [7].

Москва, как и другие крупные города мира, развивает коммерческую микромобильность. Согласно исследованиям, в 2022 году около 50% курьеров пользовались микромобильными транспортными средствами (электросамокатами). В настоящий момент доставка с использованием микромобильного транспорта обеспечивает порядка 3,95% от выручки московских компаний в сфере розничной торговли и общественного питания, что составляет около 260 млрд рублей. По данным статистики к 2025 году эта доля может возрасти до 5,61% и 499 млрд рублей соответственно. Микромобильный транспорт создал новую нишу для бизнеса с очень быстрой доставкой и сделал её экономически выгоднее: на загруженных дорогах скорость доставки на электросамокате на 30-40% выше, чем на автомобиле, и в 2-3 раза выше, чем у пеших курьеров [8].

Москва так же активно развивает инфраструктуру электротранспорта, создавая условия для комфортного и безопасного использования электросамокатов. В городе действуют различные сервисы проката, такие как YouDrive Lite, Whoosh, «Карусель», Urent, E-motion, ЯндексGO и Рушеринг, которые предлагают широкий выбор моделей и аксессуаров для

электросамокатов, а также предоставляют услуги по их аренде. Например, многие московские компании предлагают услуги доставки товаров и документов, используя электросамокаты для быстрой доставки между офисами и клиентами. Благодаря своей мобильности и маневренности, электросамокаты позволяют осуществлять доставку в кратчайшие сроки и с минимальными затратами, что делает этот вид транспорта особенно привлекательным для бизнеса. Еще одним направлением использования электросамокатов в коммерческих целях является организация экскурсий и туров по Москве. Многие туристические агентства предлагают услуги проката электросамокатов для индивидуальных и групповых экскурсий, что позволяет туристам познакомиться с достопримечательностями Москвы в интересной и увлекательной форме. На мой взгляд, электросамокаты – это не только удобное средство передвижения для москвичей, но и перспективный инструмент коммерческой микромобильности[9].

Таким образом, электросамокаты играют важную роль в коммерческой микромобильности крупных городов, предлагая альтернативу личному автомобилю или общественному транспорту. Однако для успешного развития этого направления необходимо продолжать работу над совершенствованием правил и инфраструктуры для электросамокатов, для того чтобы обеспечить безопасность всем участникам дорожного движения.

Источники

1. Селезнев, Д. К. Проблемы и перспективы социально-экономического развития агломераций Республики Татарстан с позиции развития транспортной инфраструктуры / Д. К. Селезнев, А. Г. Арзамасова, И. В. Юсупова // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года / Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 122-126.

2. Мастер-план Казанской агломерации как основа поддержки региональных проектов / И. В. Юсупова, М. Ф. Сафаргалиев, А. Г. Арзамасова, Д. К. Селезнев // Региональная экономика. Юг России. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 147-157. – DOI 10.15688/re.volsu.2023.2.14. – EDN QLFJPS.

3. Исследование рынка коммерческой микромобильности в мегаполисах [Электронный ресурс]. <https://assets.kept.ru/upload/pdf/2023/07/ru-commercial-micro-mobility-in-megacities-kept-survey.pdf> (дата обращения: 13.10.2023).

4. Электросамокаты и велосипеды: потенциал коммерческой микромобильности для бизнеса и экономики городов [Электронный ресурс]. <https://kept.ru/news/issledovanie-rynka-kommercheskoy-mikromobilnosti-v->

megapolisakh/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 14.10.2023).

5. Куда катимся? Исследование о преимуществах и недостатках использования электросамокатов в городской среде [Электронный ресурс]. <https://tr.ru/articles/3968-kuda-katimsya-issledovanie-o-preimushchestvah-i-nedostatках-ispolzovaniya> (дата обращения: 14.10.2023).

6. Прокат электросамокатов в париже: цена и условия аренды [Электронный ресурс]. <https://paris10.ru/prokat-elektrosamokatov-v-parizhe-cena-i-usloviya-arendy/> (дата обращения: 14.10.2023).

7. Тренд на микромобильность среде [Электронный ресурс]. <https://novostic.ru/novosti-novosibirska/trend-na-mikromobilnost/> (дата обращения: 15.10.2023).

8. Заоблачные педали: как доставка на велосипедах и самокатах стимулирует e-commerce [Электронный ресурс]. <https://www.forbes.ru/tekhnologii/492300-zaoblacnye-pedali-kak-dostavka-na-velosipedah-i-samokatah-stimuliruet-e-commerce> (дата обращения: 13.10.2023).

МОЛОДЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ КАК СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВОЙ РЕСУРС ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рахимкулова С.Р.¹, Хизбуллина Р.Р.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

¹sofiarahimkullova22@yandex.ru, ²mine_post@inbox.ru

В тезисе рассмотрена основополагающая роль молодежи как социально-трудового ресурса предприятия. Рассматривается опыт поддержки молодежи в энергетической отрасли. Актуализирована необходимость подготовки кадров для предприятий энергоотрасли, приведены данные авторского социологического исследования, проведенного методом фокус-группового исследования обучающихся в ФГБОУ ВО «КГЭУ».

Ключевые слова: молодежь, молодой специалист, энергетическая отрасль, трудовой ресурс, воспроизводство.

Социально-трудовые отношения в настоящее время подвергаются трансформации и отличаются двойственностью [1]. В отечественной литературе описаны фазы, составляющие систему воспроизводства трудовых ресурсов - фаза формирования трудовых ресурсов, фаза распределения и фаза их использования среди которых последняя, опосредующая трудовую деятельность, в процессе которой находят применение интеллектуальные и физические способности к труду, а также обеспечивается занятость трудоспособного населения может считаться основной [2].

Все работодатели понимают, что без профессиональных специалистов ни одна компания не сможет существовать долго. Важнейшим фактором конкурентоспособности любой компании является профессионализм и квалификация сотрудников. Как известно, в условиях современной экономики обучение является одним из важнейших стратегических инструментов компании [3].

Трудовые ресурсы энергетической отрасли обладают способностью к воспроизводству, и основополагающая роль в этом отводится молодым специалистам. Молодые специалисты как социально-трудовой ресурс энергетических предприятий являются частью трудовых ресурсов энергетической отрасли и общества, в целом. В данной связи актуализируется необходимость подготовки молодых кадров для предприятия энергетической отрасли. Так, например, в ФГБОУ ВО «КГЭУ» обучающиеся третьего курса осваивают дисциплину «Социально-экономические проблемы предприятий в энергетической отрасли», целью освоения которой является приобретение

знаний в области социально-экономических особенностей функционирования современных энергопредприятий, умений и навыков применения методов их изучения и управления их деятельностью. Освоение перечисленных компетенций сформировано исходя из запросов организаций-работодателей и с учетом требований ФГОС в области подготовки современных специалистов.

С целью получения обратной связи в 2023 году было проведено авторское социологическое исследование методом фокус-группового интервью с целевой выборкой обучающихся ФГБОУ ВО «КГЭУ» направления 39.03.01 «Социология» очной и заочной форм обучения (n=23 чел.), которые приступили к обучению по дисциплине «Социально-экономические проблемы предприятий в энергетической отрасли», либо успешно ее освоили на момент проведения исследования, на предмет понимания значимости данной дисциплины в будущей профессиональной деятельности.

В результате было определено, что большинство опрошенных в фокус-групповом исследовании – 22 человека (19 человек отметили ответ «да», 3 человека – «скорее да») отметили, что сформулировали для себя понимание связи данной дисциплины с будущей профессиональной деятельностью, 1 человек затруднился с ответом.

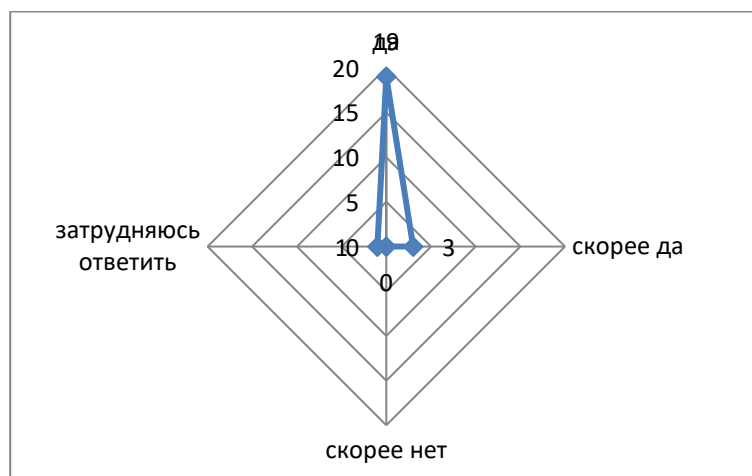


Рис. Оценка связи дисциплины «Социально-экономические проблемы предприятий в энергетической отрасли» с будущей профессиональной деятельностью (данные к опрошенным респондентам)

В настоящее время, хорошим примером профессиональной подготовки на местах и развития молодых кадров является система реализации молодёжной политики энергетических компании (например, «Россети Центр»), направленная на привлечение молодых сотрудников, создание условий и возможностей для их успешной и эффективной самореализации, а также на развитие профессионального потенциала, где ключевая задача работы с

молодежью заключается в формировании единой философии, культурной и социально-профессиональной идентичности [4].

Таким образом, управление кадрами является наиболее важной работой на предприятиях и социальная значимость управления персоналом очевидна, поскольку формирует стратегию развития кадровой политики предприятия и стремится к удовлетворению социально-профессиональных потребностей молодежи [5]. Сегодня формируется новая профессиональная структура российского общества и рынка труда, и молодые специалисты играют основополагающую роль как социально-трудового ресурса предприятия, что актуализирует необходимость дальнейшего изучения их социально-профессионального статуса и роли в деятельности предприятий [6].

Источники

1. Янченко Е.В. Человеческие ресурсы в системе социально-трудовых отношений (воспроизводственный подход) // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и Управление. 2010. № 2. С. 33-41.

2 Янченко Е.В. Социально-трудовые отношения в системе воспроизводства трудовых ресурсов на этапе становления экономики знаний // Экономика и управление 11(72). 2010. С.124-127.

3. Ибрагимова А.А. Трудовые ресурсы как эффективный инструмент в современной организации / А. А. Ибрагимова, Д. Д. Сергеева // Опыт и проблемы реформирования системы менеджмента на современном предприятии: тактика и стратегия: сборник статей XXII Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 марта 2023 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 524-527.

4. Работа с начинающими специалистами. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.mrsk-1.ru/about/personnel/nasha-molodezh/> (дата обращения 30.09.2023).

5. Горбачев Д. А. Управление персоналом. Проблемы и их характеристика / Д.А. Горбачев, А.А. Ибрагимова // Проблемы развития предприятий: теория и практика: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 17–18 апреля 2023 года / Под научной редакцией В.И. Будиной. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 174-176.

6. Нуруллина Э.Р. Подготовка кадров для энергетической отрасли: социологические и маркетинговые аспекты / Э.Р. Нуруллина, Р.Р. Хизбуллина / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV

Национальной научно-практической конференции, Казань, 06-07 декабря 2018
г. Т.2. Казань, 2019. С. 553-557.

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Рочева О.А.¹, Рочева Я.О.²

¹ККИ (Филиал) АНОО ВО Центросоюза РФ «Российский Университет Кооперации», г.
Казань, Россия

²ФГБОУ ВО «КГЭУ», г Казань, Россия
rochevaolga@mail.ru¹, Rochewa.yana@yandex.ru²

В тезисе описываются процессы, обеспечивающие стабильное и надежное функционирование электроэнергетической системы. Они представляют собой комплексную систему мероприятий и технологий, направленных на оптимизацию процесса передачи, распределения и потребления энергии.

Ключевые слова: электроэнергетика, энергетические ресурсы, информационные технологии, диспетчеризация.

Современная электроэнергетика стремительно развивается и сталкивается с новыми вызовами. Увеличение потребления энергии, внедрение возобновляемых источников энергии, усиление конкуренции на рынке электроэнергии – все это требует эффективной диспетчеризации и управления системами электропередачи.

Диспетчеризация и управление в электроэнергетике являются ключевыми процессами, обеспечивающими стабильное и надежное функционирование электроэнергетической системы. Они представляют собой комплексную систему мероприятий и технологий, направленных на оптимизацию процесса передачи, распределения и потребления энергии [1].

Одним из главных инструментов диспетчерского управления является система управления режимом работы электроэнергетической сети. Она позволяет контролировать и регулировать нагрузку, обеспечивать баланс между производством и потреблением электроэнергии, а также минимизировать риски возникновения аварий и сбоев в работе системы [3].

С развитием цифровых технологий и внедрением концепции "умных сетей" (Smart Grids), диспетчеризация и управление в электроэнергетике приобретают новый уровень эффективности [4]. Автоматизация процессов, использование систем мониторинга и прогнозирования, анализ больших объемов данных – все это позволяет оперативно реагировать на изменения в сети, повышать энергоэффективность и улучшать качество электроснабжения.

Однако, современные вызовы требуют от диспетчеризации и управления

в электроэнергетике постоянного развития и совершенствования. Внедрение новых технологий, создание полностью цифровых систем управления и обновление подходов к обучению и подготовке специалистов – все это становится необходимостью для эффективного и безопасного функционирования энергетических систем [5,7].

Таким образом, диспетчеризация и управление в электроэнергетике являются важными составляющими современной энергетической отрасли [2]. Постоянное развитие технологий и усовершенствование подходов позволяют обеспечить стабильность и надежность электроснабжения, а также эффективное использование энергоресурсов. Лишь постоянное совершенствование систем диспетчеризации и управления позволит электроэнергетике успешно преодолевать все возникающие вызовы и обеспечивать устойчивое развитие.

Источники

1. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Рочева Я.О. Влияние экологических и культурных условий на уровень жизни людей / Эффективные системы менеджмента: стабильное качество в нестабильных условиях: материалы X Международного научно-практического форума. Казань, 2023. С. 187-189.

2. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Морозова И.Г. Значение развития транспортной отрасли на экономику предприятий // Наука Красноярья. 2022. Т. 11. № 3-4. С. 132-137.

3. Рочева О.А., Шарипова Ф.Р., Шамсемухаметов А.А. Мероприятия по совершенствованию процесса управления благоустройством в городах-миллионниках: зарубежный опыт управления сферой благоустройства муниципальных образований / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы V Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. Казань, 2019. С. 217-222.

4. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Бекетова С.И. Информационные технологии как основы парадигмы в образовании с целью развития общества / Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 2-2. С. 85-89.

5. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Рочева Я.О. Экологическая составляющая качества жизни населения / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной конференции. Казань, 2023. Т. 3. С. 325-328.

6. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Гарипова Г.Р. Оптимизация дорожного движения с использованием имитационного моделирования / International Journal of Advanced Studies. 2022. Т. 12. № 3-2. С. 40-45.

7. Зарипова Р.С., Рочева О.А. Разработка системы учета кадров для дорожного предприятия / Наука Красноярья. 2020. Т. 9. № 4-4. С. 108-112.

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Рочева О.А.^{1,2}, Нургалиев Р. К.², Рахимова А.В.²

¹ККИ (ФИЛИАЛ) АНОО ВО Центросоюза РФ «Российский Университет Кооперации», г.
Казань, Россия

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
г. Казань, Россия

¹rochevaolga@mail.ru

В статье рассмотрена автоматизация системы управления технологическим процессом, применяемая с целью повышения эффективности эксплуатации установки производства.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, технологический процесс.

В современном мире автоматизация является одним из ключевых факторов успеха в различных сферах деятельности.

Внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом на базе современных технических средств автоматизации может значительно улучшить эффективность работы предприятия и повысить его конкурентоспособность [1-3].

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) – это комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначенных для автоматизации управления технологическим процессом на предприятии [4].

АСУТП позволяет контролировать и управлять различными аспектами технологического процесса, такими как температура, давление, скорость, уровень и другие параметры [5].

Внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом имеет ряд преимуществ:

– повышение производительности. АСУТП позволяет автоматизировать рутинные операции, уменьшая время, необходимое для выполнения задачи [6]. Это позволяет повысить производительность и сократить затраты на рабочую силу.

– улучшение качества продукции. Автоматизация процессов контроля и регулирования позволяет добиться более высокого качества продукции. АСУТП обеспечивает более точное соблюдение технологических параметров, что позволяет избежать дефектов и отклонений.

– снижение затрат. Автоматизация процессов позволяет снизить затраты на энергию, сырье и материалы. АСУТП оптимизирует использование ресурсов, что приводит к экономии средств.

– улучшение безопасности. Автоматизация позволяет снизить риск человеческого фактора и повысить безопасность рабочих процессов. АСУТП предотвращает возможность человеческих ошибок и аварийных ситуаций [7].

Таким образом внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом на базе современных технических средств автоматизации может значительно повысить эффективность эксплуатации установки производства азота и кислорода.

Источники

1. Рочева О.А., Зарипова Р.С. Подготовка IT специалистов для предприятий малого бизнеса / Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Девятнадцатой открытой Всероссийской конференции. Москва, 2021. С. 311-312.

2. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р. Автоматизация складских процессов на предприятиях / Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 3-3. С. 65-70.

3. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Бекетова С.И. Информационные технологии как основы парадигмы в образовании с целью развития общества / Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 2-2. С. 85-89.

4. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С. 138-140.

5. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

6. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы и перспективы внедрения информационных и управляющих систем для энергетических объектов / Сборник статей XX Всероссийской студенческой научно-практической конференции Нижневартковского государственного университета. 2018. С. 147-149.

7. Марданова А.М., Смирнов Ю.Н. Цифровая трансформация нефтяной промышленности как инструмент преодоления негативных последствий санкций / Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты: сборник научных трудов по материалам 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 292-295.

ПРЕИМУЩЕСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКОВОГО КОКСА

Рочева О.А.^{1,2}, Нургалиев Р. К.²

¹ККИ (ФИЛИАЛ) АНОО ВО Центросоюза РФ «Российский Университет Кооперации», г. Казань, Россия

²ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия

¹rochevaolga@mail.ru

В статье рассмотрен процесс автоматизация при получения пекового кокса является необходимым шагом в развитии промышленности и энергетики. Автоматизация позволяет эффективно управлять производственными процессами, увеличивать производительность, снижать затраты и повышать качество продукции.

Ключевые слова: автоматизация, пековый кокс, автоматизированные системы.

Автоматизация процесса получения пекового кокса является важным направлением в сфере промышленности и энергетики [1].

Пековый кокс является неотъемлемой составной частью производства стали и алюминия, и его получение является сложным и трудоемким процессом.

Однако благодаря автоматизации этого процесса, можно достичь значительного увеличения производительности, снижения затрат и повышения качества продукции [2].

Основными этапами процесса получения пекового кокса являются подготовка и загрузка сырья, нагрев и высокотемпературная перегонка, а также охлаждение и экономия продуктов газификации.

Традиционно эти этапы выполнялись вручную, что требовало большого количества ресурсов, времени и труда [3]. Однако с развитием современных технологий и внедрением автоматизированных систем, весь процесс получения пекового кокса может быть полностью или частично автоматизирован.

Одной из главных выгод автоматизации процесса является повышение производительности. Автоматизированные системы позволяют выполнять работы более точно и эффективно, устраняя возможность человеческого фактора [4].

Благодаря этому, процесс получения пекового кокса может быть выполнен с максимальной скоростью и при минимальном числе ошибок.

Вторым важным преимуществом автоматизации является снижение затрат.

Автоматизированные системы способны оптимизировать использование ресурсов, таких как энергия, сырье и рабочая сила. Они могут контролировать и поддерживать оптимальные температуры, давления и другие параметры, что позволяет снизить потери и увеличить эффективность производства [5].

Более того, автоматизированные системы могут оперативно реагировать на изменения в процессе и вносить корректировки, чтобы достичь наилучших результатов.

Наконец, автоматизация процесса получения пекового кокса позволяет повысить качество продукции. За счет более точной регулировки процесса, автоматизированные системы способны предотвратить возможные дефекты и снизить количество бракованной продукции.

Они могут контролировать параметры процесса на каждом этапе и поддерживать их в оптимальных пределах, что приводит к получению высококачественного пекового кокса.

В итоге, автоматизация процесса получения пекового кокса является необходимым шагом в развитии промышленности и энергетики. Она позволяет эффективно управлять производственными процессами, увеличивать производительность, снижать затраты и повышать качество продукции. Благодаря автоматизации процесса, предприятия могут достичь новых высот в своей деятельности и укрепить свои позиции на рынке.

Источники

1. Рочева О.А., Шарипова Ф.Р., Шамсемухаметов А.А. Мероприятия по совершенствованию процесса управления благоустройством в городах-миллионниках: зарубежный опыт управления сферой благоустройства муниципальных образований / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы V Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. Казань, 2019. С. 217-222.

2. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р. Автоматизация складских процессов на предприятиях / Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 3-3. С. 65-70.

3. Рочева О.А., Зарипова Р.С., Бекетова С.И. Информационные технологии как основы парадигмы в образовании с целью развития общества / Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 2-2. С. 85-89.

4. Шакиров А.А. Зарипова Р.С. Роль новых технологий в экономике XXI века: угрозы и вызовы цифровой экономики / «Экономика сегодня:

современное состояние и перспективы развития (Вектор-2018)»: Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. 2018. С. 331-334.

5. Зарипова Р.С., Мустафин Р.Ф. Технологический суверенитет современной России и перспективы его дальнейшего развития / Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 176-178.

РОЛЬ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПЕРЕХОДЕ К УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ ПО РАЗВИТИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Рустемова А. Ш.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zaysaps@gmail.com

Науч. рук. доц. Дюдина О.В.

Статья рассматривает переход к устойчивой энергетике как приоритет в современном мире и объясняет роль финансовых инструментов в развитии возобновляемых источников энергии. Она подчеркивает важность финансовых инструментов для финансирования таких проектов. Статья также обсуждает роль банков в финансировании проектов возобновляемой энергетики, управлении рисками и развитии финансовых инструментов. Также подчеркивает важность государственных субсидий и налоговых льгот в развитии отрасли возобновляемой энергетики и призывает к использованию зеленых облигаций в качестве инструмента финансирования таких проектов.

Ключевые слова: устойчивая энергетика, финансовые инструменты, возобновляемые источники энергии, государственные субсидии, рынок зеленых облигаций, роль банков, управление рисками, государственные субсидии, налоговые льготы.

Переход к устойчивой энергетике является приоритетом в современном мире для уменьшения зависимости от ископаемых видов энергии и снижения выбросов парниковых газов. Финансовые инструменты, такие как банковские кредиты, государственные субсидии и частные инвестиции, играют важную роль в развитии возобновляемых источников энергии. Международное сотрудничество и развитие рынка зеленых облигаций также способствуют финансированию таких проектов.

Банки играют важную роль в финансировании проектов по развитию возобновляемых источников энергии не только путем предоставления кредитов, но и через различные финансовые инструменты. Они проводят анализ финансовой устойчивости проектов, оценивают их потенциал для получения дохода и помогают принять решение о предоставлении финансирования. Это важно, так как многие проекты по возобновляемой энергетике требуют значительных инвестиций на начальных этапах развития.

Однако, банки также осознают, что проекты по возобновляемой энергетике могут быть связаны с определенными рисками. Например,

колебания цен на энергию могут существенно влиять на доходность проектов. Банки предлагают финансовые инструменты для управления этими рисками, такие как деривативы или страхование от колебаний цен. Они также могут помочь проектам адаптироваться к изменениям в законодательстве, связанным с возобновляемой энергетикой. Кроме того, банки могут принимать участие в развитии рынка зеленых облигаций. Зеленые облигации - это финансовые инструменты, которые предоставляют инвесторам возможность инвестировать в проекты, связанные с экологической устойчивостью, включая проекты возобновляемой энергетики. Деньги, полученные от продажи зеленых облигаций, направляются на финансирование проектов, которые способствуют сокращению выбросов углерода и развитию возобновляемых источников энергии. Банки могут привлекать инвесторов для покупки этих облигаций и таким образом способствовать финансированию проектов возобновляемой энергетики.

В целом, роль банков в финансировании таких проектов заключается не только в предоставлении кредитов, но и в активной поддержке развития этой отрасли, управлении рисками, продвижении экологической ответственности и развитии финансовых инструментов, способствующих финансированию проектов возобновляемой энергетики. Государственные субсидии и финансовые стимулы играют важную роль в развитии возобновляемых источников энергии, так как они создают условия, способствующие инвестициям в эту отрасль и снижению стоимости производства энергии из возобновляемых источников. Прямые субсидии предоставляются для строительства и эксплуатации возобновляемых энергетических проектов, налоговые льготы снижают затраты на производство, обязательные цели стимулируют компании инвестировать, а создание фондов и программ поддержки помогает развивать новые технологии и снижать стоимость производства энергии из возобновляемых источников.

Налоговые льготы также являются важным инструментом государственной поддержки. Они могут включать освобождение от налогов на прибыль или снижение налоговых ставок для компаний, занимающихся производством энергии из возобновляемых источников. Это снижает затраты на производство и повышает привлекательность инвестиций. Однако, для устойчивого развития отрасли необходимо создать стабильную и предсказуемую политику поддержки, которая будет способствовать долгосрочным инвестициям.

Все эти виды финансирования играют важную роль в развитии отрасли возобновляемой энергетики, привлекая необходимые средства для строительства и эксплуатации проектов. Они помогают снизить зависимость от государственных субсидий и создают более устойчивую и разнообразную

отрасль, способствуя переходу к более экологически чистому и устойчивому энергетическому будущему. Необходимо продвигать использование зеленых облигаций как инструмента финансирования проектов возобновляемой энергетики. Для этого можно создать стандарты и сертификацию для зеленых облигаций, а также проводить информационные кампании для инвесторов. Важно улучшить прозрачность и отчетность в отрасли возобновляемой энергетики, чтобы инвесторы могли оценить риски и потенциал проектов. Это может включать разработку стандартов отчетности и проведение независимой оценки проектов.

Источники

1. Финансирование проектов зеленой энергетики: долгосрочные кредиты // Стратегия инвестирования в проекты зеленой энергетики URL: <https://esfccompany.com/articles/proektnoe-finansirovanie/finansirovanie-proektov-zelenoy-energetiki/> (14.09.2023).

2. Зеленые облигации Москвы: инвестиции в экологию для населения // Зеленые облигации Москвы: возможность инвестировать в экологию URL: <https://lifeposi.ru/zelenye-obligaczii-moskvy-investiczii-v-ekologiyu-dlya-naseleniya-39012/> (дата обращения: 24.09.2023).

3. Новые зеленые деньги: модный тренд финансового мира в 2023 году // Разработка и применение новых технологий в экологическом финансировании URL: <https://www.more-angel.ru/novye-zelenye-dengi-modnyu-trend-finansovogo-mira-v-2023-godu/> (дата обращения: 04.10.2023).

4. <https://elibrary.ru/item.asp?id=49872510> Валеева, Ю. С. Основные направления экологической политики страны / Ю. С. Валеева, О. В. Дюдина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2022. – № 3. – С. 17-24.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ЗРЕНИЕ

Садриев Р. Р.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), г. Санкт-Петербург, Россия

Науч. рук. доц., к.т.н. Зарипова Р.С., ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Искусственный интеллект (ИИ) оказал сильное влияние на область машинного зрения, обогатив ее возможностями в обработке и анализе визуальных данных. В статье рассмотрены основные понятия искусственного интеллекта и машинного зрения, их взаимосвязь и практическое применение. Кроме того, рассмотрена важность этих областей в современном мире, а также их потенциальное влияние на будущее.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, машинное зрение, глубокие нейронные сети.

Одной из важных отраслей ИИ является машинное зрение [1, 2]. Оно возникло благодаря использованию методов глубокого обучения и нейронных сетей, позволяющих компьютерам анализировать и понимать визуальные данные, такие как изображения и видео [3]. Актуальность темы в настоящее время трудно переоценить, поскольку искусственный интеллект стал силой, трансформирующей современный мир. Научное и техническое развитие в области искусственного интеллекта и машинное зрение продолжает оказывать огромное воздействие на различные аспекты нашей жизни, делая тему статьи крайне актуальной.

Рассмотрим ключевые аспекты искусственного интеллекта и машинного зрения. Основным катализатором развития машинного зрения стало использование методов глубокого обучения, а именно глубоких нейронных сетей [4].

Глубокое обучение – это подраздел машинного обучения, основанный на использовании многослойных алгоритмов, способных автоматически извлекать и анализировать признаки из больших объемов визуальных данных [5]. Глубокое обучение предполагает создание глубоких нейронных сетей, состоящих из множества слоев, которые постепенно абстрагируют информацию, анализируя изображения на разных уровнях детализации (см. рисунок).

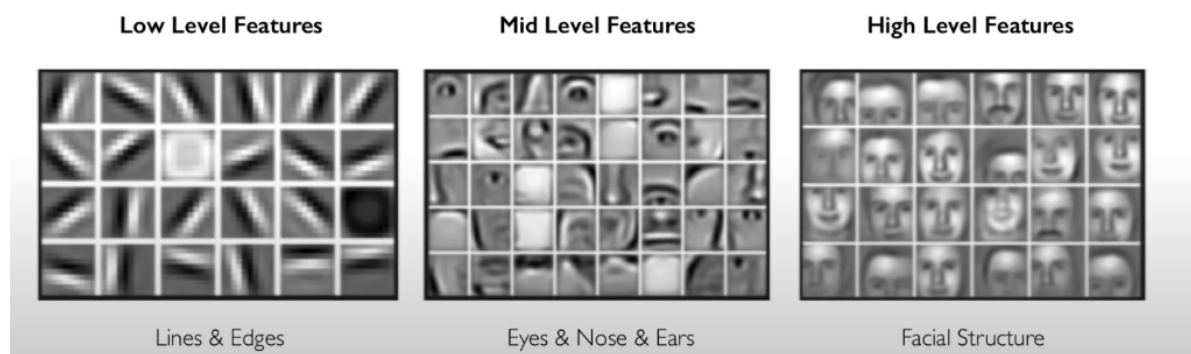


Рис. Карты признаков

Глубокие нейронные сети – это сети, использующие многослойную структуру нейронов для анализа визуальных данных. Они имитируют работу человеческого мозга, что позволяет им обрабатывать изображения с высокой точностью [6]. Глубокие нейронные сети могут автоматически извлекать признаки и образцы из визуальных данных, что делает их мощным инструментом для задач машинного зрения.

Машинное зрение находит свое применение в различных областях и сферах деятельности. В автомобильной промышленности машинное зрение необходимо для разработки автономных транспортных средств, способных воспринимать окружающую среду и принимать решения на основе этой информации.

В розничной торговле системы машинного зрения могут улучшить процессы управления запасами, распознавать покупателей и предлагать персональные предложения [7]. В сфере безопасности машинное зрение позволяет распознавать лица, анализировать видеозаписи для выявления подозрительной активности и улучшать системы видеонаблюдения.

Влияние машинного зрения на современный мир невозможно недооценить. Эти технологии улучшают производительность и эффективность в различных отраслях, способствуют созданию новых бизнес-моделей и изменяют способы, которыми мы взаимодействуем с миром вокруг нас. Технологии машинного зрения также играют важную роль в обеспечении безопасности, обнаружении мошенничества и в других аспектах нашей повседневной жизни.

Машинное зрение продолжит развиваться, и его будущие перспективы впечатляют. С развитием оборудования, алгоритмов и вычислительных мощностей системы машинного зрения становятся все более точными и способными к сложным задачам. Будущее может принести еще большее интегрирование машинного зрения в нашу повседневную жизнь, начиная с автономных автомобилей и заканчивая умными устройствами в доме.

Таким образом, машинное зрение, поддерживаемое искусственным интеллектом, преобразует наш мир, предоставляя новые возможности и решения в различных областях. Его влияние будет продолжать расти, и важно следить за этой областью и активно участвовать в ее развитии, чтобы использовать ее потенциал на благо человечества.

Источники

1. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Гайсин И.Т. Перспективы развития искусственного интеллекта в условиях развития цифровой экономики / Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 1-3. С. 42-46.

2. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

3. Овсеенко Г.А., Кашаев Р.С. Возможность применения нейронной сети в автоматической системы управления процессами добычи и подготовки нефти / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 1 (27). С. 48-53.

4. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Автономные машины и искусственный интеллект / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 46-49.

6. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Тенденции в развитии искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 63-65.

7. Куприянова В. С. Бесконтактный прибор для считывания штриховых маркировок деталей разработанный в универсальном программном комплексе Labview / В. С. Куприянова, О. В. Воркунов, А. М. Сунгатуллин // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 1. – С. 98-99.

ОБЗОР МЕТОДОВ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Сайфутдинова А.И.¹, Сайфутдинов З.Г.²

^{1,2}ФГАОУ ВО КФУ, Набережночелнинский институт (филиал) КФУ,

г. Набережные Челны, Россия

alina-asadova99@mail.ru¹, saifutdinow97@mail.ru²

Науч. рук. доцент, зав. кафедрой, Башмаков Д.А.

Прогнозирование электропотребления является основой для принятия решений при управлении электрическими станциями в процессе планирования их нормальных электрических режимов. Прогнозирование является одним из инструментов планирования, поскольку наличие точного прогноза является механизмом повышения обоснованности управленческих решений. В данном тезисе доклада представлен обзор методов, краткосрочного прогнозирования электропотребления в электроэнергетике. Были рассмотрены методы искусственного интеллекта на основе нейронных сетей.

Ключевые слова: методы краткосрочного прогнозирования, методы искусственного интеллекта, нейронные сети, электрическая нагрузка.

Краткосрочное прогнозирование необходимо для эффективного управления спросом на электроэнергию, возможностью ее накопления. Наличие точного прогноза на день или несколько дней вперед помогает снизить пиковые нагрузки. Анализ литературных источников подтверждает идею о том, что краткосрочное прогнозирование актуально для планирования спроса на электроэнергию как для региональных энергетических систем (региональные диспетчерские службы, мегаполисы и т.д.), так и для так называемых микросетей, которые представляют собой отдельные крупные потребители электроэнергии: здания (офисные, образовательные, административные, гостиницы и т.д.), различные объекты инфраструктуры (очистные сооружения и т.д.), промышленные предприятия и т.д. [1, 2, 3].

Актуальность краткосрочного прогнозирования обусловлена необходимостью иметь точный прогноз потребления электроэнергии на день или несколько дней вперед. Все более сложные требования к качеству прогноза (на день вперед, на несколько дней или недель) и появление новых алгоритмов интеллектуального анализа данных (новые алгоритмы оптимизации нейронных сетей, новые архитектуры нейронных сетей, гибридные модели и т.д.) способствуют росту текущих исследований в этой области. Кроме того, результаты краткосрочного прогнозирования требуются для принятия

управленческих решений при планировании режимов работы электроэнергетической системы [4].

Обзор в статье [5] содержит результаты качественного и количественного анализа методов, используемых при анализе электроэнергетической отрасли. В статье анализируются методы, используемые в следующих областях электроэнергетического сектора: производство, торговля, передача, распределение и потребление электроэнергии. Авторы выделяют следующие аналитические приложения как: прогнозирование (контролируемый анализ данных), кластеризация (неконтролируемый анализ данных), мониторинг и управление (как контролируемые, так и неконтролируемые) и другие. Кроме того, все подходы различаются методами, используемыми в моделях временных рядов, регрессионных моделях, нейронных сетях, машинах опорных векторов, моделях дерева решений, моделях кластеризации, гибридных моделях и других. Одним из перспективных направлений исследований, определенных авторами, является комплексный анализ всех этапов производства и потребления энергии (производство, торговля, передача, распределение и потребление электроэнергии) и определение методов, используемых сразу в нескольких из этих областей.

Обзор, проведенный в работе [6] сравнивает статистические методы (множественная линейная регрессия, полупараметрические аддитивные модели, модели авторегрессии и модели экспоненциального сглаживания) и методы, использующие искусственный интеллект (искусственная нейронная сеть, модели нечеткой регрессии и градиентное усиление). Авторы приводят следующие довольно общие выводы о недостатках различных типов моделей. Следовательно, для модели искусственной нейронной сети (ИНС) основным недостатком является отсутствие интерпретируемости результатов. То есть модели ИНС не позволяют нам получить взаимосвязь между электрической нагрузкой и факторами, влияющими на нее. Использование статистических методов устраняет этот недостаток. Однако для применения статистических методов необходимо знание статистического анализа, чтобы получить функциональную зависимость между нагрузкой и факторами. С другой стороны, авторы сравнивают одномерные модели (экспоненциальное сглаживание), которые используются в отсутствие факторных данных, с многомерными моделями (многомерная регрессионная модель, опорные векторы), которым требуются данные о факторах, влияющих на потребление электроэнергии (погода и т.д.), и отмечают, что результат прогнозирования, как правило, более точный, чем при использовании одномерных моделей.

В соответствии с проведенным анализом методов краткосрочного прогнозирования электропотребления, установлено, что для задач

краткосрочного прогнозирования электропотребления целесообразно использовать методы, основанные на искусственных нейронных сетях, так как они обладают рядом преимуществ, такими как: способность к аппроксимации сколь угодно сложных функций, воспроизведение сложных нелинейных зависимостей, способность к обобщению, устойчивость к помехам, отсутствие ограничений на характер входной информации и т. д.

Источники

1. Lee D., Chen Y.-T., Chao S.-L. Universal workflow of artificial intelligence for energy saving. *Energy Rep.* 2022. Т. 8. С. 1602–1633.
2. García-Martín E., Rodrigues C.F., Riley G., Grahn H. Estimation of energy consumption in machine learning. *J. Parallel Distrib. Comput.* 2019. Т. 134. С. 75–88.
3. Ghoddusi H., Creamer G.G., Rafizadeh N. Machine learning in energy economics and finance: A review. *Energy Econ.* 2019. Т. 81. С. 709–727.
4. Klyuev R. V., Morgoeva A. D., Morgoev I. D. Methods of Forecasting Electric Energy Consumption: A Literature Review // *Energies.* 2022. Т. 15. № 23. С. 8919.
5. Frederik vom Scheidt, Hana Medinová, Nicole Ludwig, Bent Richter, Philipp Staudt, Christof Weinhardt, Data analytics in the electricity sector – A quantitative and qualitative literature review, *Energy and AI, Volume 1.* 2020.
6. Hong T., Fan S. Probabilistic electric load forecasting: A tutorial review. *Int. J. Forecast.* 2016. Т. 32. С. 914–938.

ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЙ, СОЗДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ UNITY

Салимов Р. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В данной статье рассматриваются ключевые проблемы производительности приложений, построенных на платформе Unity, а также возможные методы их решения.

Ключевые слова: платформа Unity, проблемы производительности, оптимизация производительности, приложение, игры.

В мире развивающихся технологий игровая индустрия становится все более значимой и прибыльной [1]. Одной из ведущих платформ для создания игр и интерактивных приложений является Unity.

Unity – это интегрированная среда разработки, которая обеспечивает разработчиков удобными инструментами и ресурсами для создания кроссплатформенных приложений [2]. Несмотря на свою популярность, Unity сталкивается с рядом проблем производительности. Рассмотрим основные проблемы производительности и способы их решения.

1. Графическая производительность. В Unity она играет важную роль, так как качественная и плавная картина игрового мира является ключевым аспектом использования [3]. Однако при разработке высококачественной 3D-графики могут возникнуть проблемы с производительностью. Эти проблемы могут проявляться в виде низкой частоты кадров (FPS), а также задержек в рендеринге, что может вызвать неприятные визуальные артефакты. Для решения проблем с графической производительностью, разработчики Unity оптимизируют графику, применяя такие методы, как уменьшение числа полигонов в моделях, использование текстур с более низким разрешением, а также аккуратную работу с освещением и эффектами [4]. Кроме того, использование уровней детализации позволяет уменьшить нагрузку на GPU, путем отображения более детализированных объектов только рядом с игроком. Оптимизация шейдеров и настройка качества графики также важны для балансировки между визуальным качеством и производительностью. Такие действия помогают создать приложения на Unity, которые обеспечивают более плавный и приятный игровой опыт, даже на слабых по производительности устройствах.

2. Физический движок. Еще одним важным аспектом, влияющим на производительность приложений Unity, является физический движок. Проблемы могут проявляться в форме вычислительных затрат, необходимых для расчетов физических взаимодействий между объектами в игре. Это может привести к снижению частоты кадров и к менее плавному геймплею. Для решения проблем с физической производительностью в Unity, разработчики могут настраивать параметры физической симуляции с учетом особенностей своей игры, использовать оптимизированные коллайдеры и более добавлять меньшее количество объектов, взаимодействующих физически. Кроме того, учет многозадачности и асинхронных операций при расчетах физики позволяет снизить негативное воздействие физических вычислений на производительность. Эффективная оптимизация физического движка способствует более плавному и реалистичному геймплею в приложениях, созданных на Unity.

3. Скрипты. Они играют ключевую роль в определении поведения и взаимодействия объектов в приложениях, созданных на Unity. Они позволяют реализовать логику игры, управлять движением персонажей, создавать игровую механику и др [5]. Но неэффективно написанные или неоптимизированные скрипты могут привести к серьезным проблемам с производительностью приложения. Проблемы с производительностью скриптов могут проявляться в виде долгих вычислений в главном потоке, что приводит к значительным задержкам в игре. Решение этой проблемы включает в себя ряд мер. Сначала разработчики должны провести оптимизацию кода скриптов, исключая проблемные места и избыточные операции. Это может включать в себя оптимизацию циклов, уменьшение сложности алгоритмов и избегание ненужных вычислений. Далее можно использовать многопоточность и корутины (coroutines) для вынесения длительных операций из главного потока. Это позволяет выполнять вычисления параллельно и не блокировать интерфейс приложения.

4. Неправильное управление ресурсами. Оно может вызвать серьезные проблемы, включая недостаток памяти и избыточное использование системных ресурсов. Чтобы избежать проблемы, необходимо использовать инструменты мониторинга памяти и профилирования, предоставляемые Unity. Требуется оптимизация текстур, чтобы избежать излишнего использования оперативной и видеопамати. Эффективное управление ресурсами способствует поддержанию стабильной производительности приложения и эффективному использованию системных ресурсов, что важно для удобства пользования.

5. Мобильные приложения. Мобильные устройства являются одной из популярных платформ для приложений на Unity. Но мобильная разработка имеет свои особенности и трудности, т. к. смартфоны имеют меньшую

вычислительную мощность по сравнению с компьютерами и консолями. Проблемы могут быть связаны с низкой производительностью процессора, ограниченной видеопамью и медленным доступом к хранилищу. Чтобы избежать всевозможных проблем необходимо создавать облегченные версии приложений, настраивать корректное использование аппаратного ускорения телефонов для оптимизации обработки графики, учитывать разрешение экрана мобильного устройства.

6. Отсутствие своевременного тестирования. Во избежание проблем производительности в приложениях на платформе Unity важно проводить тестирование и профилирование приложения на всех этапах разработки.

Регулярное тестирование позволяет выявлять проблемы сразу после их возникновения, что делает их устранение более простым. Разработчики могут проверять приложение на различных устройствах и платформах, а также проводить нагрузочное тестирование, чтобы удостовериться, что программа может справиться с различными условиями использования.

Разработка приложений в Unity предоставляет множество возможностей для создания захватывающих игр и интерактивных приложений. Однако, чтобы обеспечить высокую производительность и удобство использования, необходимо серьезно заниматься оптимизацией.

Источники

1. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Тенденции развития сферы мобильных приложений в современном обществе / Социальная онтология России. Сборник научных статей по докладам XIV Всероссийских Копыловских чтений. Новосибирск, 2020. С. 399-402.

2. Емдиханов Р.А., Николаева С.Г. Основы правильного проектирования баз данных в веб-разработке / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 249-251.

3. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Основные аспекты развития сферы разработки мобильных приложений / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. №1(19). С.110-112.

4. Филимонова Т. К., Федосеева Е. В. Применении технологий гемификации на практических занятиях в техническом вузе / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 3(29). С. 102-104.

5. Алемасов Е.П., Зарипова Р.С. Применение алгоритмов разработки программных приложений для мобильных устройств / Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: материалы Национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 101-103.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Салимов Р. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В данной статье рассматривается важная роль искусственного интеллекта (ИИ) в сельском хозяйстве. Проанализированы современные достижения в области применения ИИ в агрокультуре, использования дронов и роботов, прогнозирования рыночных тенденций и борьбы с болезнями растений. Статья подчеркивает роль ИИ в оптимизации сельскохозяйственных процессов, сокращению затрат и увеличению устойчивости сельского хозяйства. Также отмечены нерешенные вопросы, такие как безопасность данных и интеграция новых технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, сельское хозяйство, интеграция технологий

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей в мировой экономике. Эффективность и устойчивость сельского хозяйства имеют прямое воздействие на продовольственную безопасность и экологическое равновесие. В настоящее время промышленные предприятия находятся в стадии модернизации производственных процессов, и в первую очередь переосмысления подходов к новым технологиям в соответствии с современными требованиями [1, 2]. Требование к повышению производительности, сокращению ресурсозатрат и увеличению качества продукции делают использование современных технологических решений, включая ИИ, наилучшей практикой в сельском хозяйстве.

В сельском хозяйстве ИИ активно используется для улучшения управления агрокультурами. Алгоритмы машинного обучения анализируют данные о почве, климате и погодных условиях для оптимизации сельскохозяйственных процессов [3]. Это позволяет фермерам принимать более обоснованные решения относительно выбора семян, времени посадки, удобрений и урожайности.

Применение ИИ также позволяет фермерам внедрять практики точного земледелия. Системы сбора и анализа данных помогают устанавливать оптимальные плотности посадки, контролировать расход удобрений и средств

защиты растений. В итоге это снижает издержки и уменьшает негативное воздействие сельского хозяйства на окружающую среду.

Дроны и автономные сельскохозяйственные роботы снабжены ИИ-системами, которые могут мониторить состояние полей, выявлять болезни растений и определять, когда нужно осуществить полив или уборку урожая. Это снижает необходимость вручную контролировать огромные сельскохозяйственные угодья и позволяет фермерам экономить время и ресурсы.

Автономные роботы, такие как сортовые машины и уборочные роботы, стали облегчением для фермеров, особенно в условиях сельского хозяйства с недостатком рабочей силы. Эти роботы могут работать круглосуточно и обеспечивать более высокую производительность [4, 5].

ИИ также играет важную роль в прогнозировании рыночных тенденций и спроса на сельскохозяйственную продукцию. Анализ данных позволяет фермерам принимать решения о том, какие культуры выращивать, и когда продавать свой урожай, чтобы максимизировать прибыль. Это особенно важно в условиях глобального рынка, где изменения в торговых отношениях и климатические факторы могут сильно влиять на цены и спрос [6].

ИИ используется для мониторинга и борьбы с болезнями и вредителями растений. Системы компьютерного зрения могут обнаруживать признаки заболеваний и вредителей на фотографиях растений, что позволяет фермерам быстро реагировать и предотвращать урон урожаю. Это снижает необходимость в применении химических пестицидов и способствует более экологичному сельскому хозяйству.

Несмотря на значительные достижения в использовании ИИ в сельском хозяйстве, остаются нерешенные вопросы [7]. Прежде всего важно обеспечить безопасность данных, так как информация о сельскохозяйственных процессах и участках может быть ценной и чувствительной. Интеграция новых технологий в существующие сельскохозяйственные практики также представляет вызов. Фермеры и работники в сельском хозяйстве должны быть готовы адаптироваться к новым системам и процессам, что может потребовать обучения и изменения внутренних процедур.

Таким образом, ИИ становится все более неотъемлемой частью сельского хозяйства, предоставляя фермерам инструменты для более эффективного управления производством. Применение ИИ в агрокультуре позволяет увеличить производительность, снизить затраты и сделать сельское хозяйство более устойчивым. Но несмотря на значительные достижения, всегда остаются нерешенные вопросы, такие как безопасность данных и интеграция новых технологий в существующие сельскохозяйственные практики [8]. Исследователи и фермеры должны продолжать работу над улучшением и расширением применения ИИ в сельском хозяйстве, чтобы обеспечить

продовольственную безопасность и устойчивое развитие этой важной отрасли. В итоге ИИ продолжит играть важную роль в развитии сельского хозяйства, обеспечивая более устойчивое и эффективное производство продуктов питания для всего мира.

Источники

1. Шакиров А.А., Злыгостев Д.Д., Зарипова Р.С. Решение сельскохозяйственных задач с помощью современных информационных технологий / Развитие аграрной науки в разработках молодых ученых: Сборник материалов онлайн-конференции. 2018. С.184-189.

2. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

3. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Возможные пути совершенствования агропромышленного комплекса с использованием сквозных технологий / Агротехника и энергообеспечение. 2022. № 4 (37). С. 238-242.

4. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

5. Саляхов А.Р., Зарипова Р.С., Чупаев А.В. Разработка автоматизированной системы управления деятельностью сельскохозяйственного предприятия в условиях цифровой экономики / Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2019. Т. 11. № 2-2. С. 75-78.

6. Овсенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

7. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Гайсин И.Т. Перспективы развития искусственного интеллекта в условиях развития цифровой экономики / Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 1-3. С. 42-46.

8. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Автономные машины и искусственный интеллект / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 3 (21). С. 46-49.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ЕГО РОЛЬ В МАШИННОМ ЗРЕНИИ

Салимов Р. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В данной статье освещается важная тема в области искусственного интеллекта и машинного зрения. Рассматривается эволюция машинного зрения, начиная с ранних систем, основанных на жестко заданных правилах, и переходя к современным методам, использующим глубокое обучение и нейронные сети. В статье обозначена роль нейронных сетей в распознавании и анализе изображений, их применение в системах видеонаблюдения. Особое внимание уделяется нерешенным вопросам в области машинного зрения, включая интерпретацию контекста и обеспечение безопасности в системах машинного зрения. Статья предоставляет обзор современных научных достижений и подчеркивает значимость дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное зрение, глубокое обучение, нейронные сети, распознавание изображений.

Современный мир переживает бурное развитие технологий, и одной из самых впечатляющих областей, где наука и инженерия сходятся, является искусственный интеллект (ИИ). ИИ проникает во все сферы нашей жизни, преобразуя их с непривычной для нас скоростью [1-3]. Одной из ключевых областей применения искусственного интеллекта является машинное зрение, что открывает новые возможности для решения задач в различных областях – от энергетики до автомобилестроения.

Эволюция машинного зрения. Машинное зрение стало возможным благодаря комбинации компьютерного зрения и машинного обучения [4]. Ранние системы машинного зрения работали на основе жестко заданных правил и фильтров, что сильно ограничивало их применимость. Однако с развитием искусственного интеллекта, в частности, глубокого обучения, машинное зрение стало более мощным и гибким инструментом.

Системы компьютерного зрения, как искусственный интеллект в целом, перешли от классического метода извлечения признаков к глубокому обучению с использованием нейронных сетей [5,6]. Эта эволюция позволила алгоритмам

машинного зрения стать более автономными и способными обучаться на больших объемах данных.

Глубокое обучение и нейронные сети. Одним из ключевых элементов влияния искусственного интеллекта на машинное зрение является использование глубокого обучения и нейронных сетей. Эти методы позволяют системам анализировать и понимать изображения с удивительной точностью. К примеру, нейронные сети способны распознавать объекты, лица, текст и даже эмоции на фотографиях. Это находит свое применение в различных сферах, включая энергетику, безопасность и автомобильную промышленность.

С использованием нейронных сетей, машины могут анализировать не только статические изображения, но и видео. Это позволяет создавать более эффективные системы видеонаблюдения, которые способны распознавать аномалии, отслеживать объекты и даже предсказывать возможные события. Такие системы нашли применение в областях, таких как обеспечение безопасности и управление транспортом.

Распознавание и анализ изображений. С развитием искусственного интеллекта системы распознавания и анализа изображений стали способными автоматически обрабатывать большие объемы графической информации. Это привело к созданию систем видеонаблюдения с автоматическим распознаванием событий, помогло в медицинской диагностике и даже улучшило процессы виртуальной реальности.

Применение машинного зрения в медицине позволяет автоматически анализировать медицинские изображения, такие как рентгеновские снимки и снимки МРТ. Это сокращает время диагностики и делает ее более точной. Также машинное зрение помогает в разработке систем для аутентификации по лицу и распознаванию речи.

Несмотря на впечатляющий прогресс, есть нерешенные вопросы в области машинного зрения. Одним из них является интерпретация контекста и понимание изображений на более высоком уровне. Как справляться с размытыми границами и неоднозначными сценами, а также учитывать культурные и социальные контексты, остается сложной задачей. Другой важной проблемой является обеспечение безопасности и защиты личных данных в системах машинного зрения.

Существует потенциал для применения машинного зрения в еще большем количестве областей, таких как образование, искусство и развлечения. Новые методы и технологии, такие как объемная обработка изображений и совместное обучение, могут дать новый импульс развитию машинного зрения.

Искусственный интеллект имеет огромное влияние на машинное зрение, делая его более точным и универсальным инструментом. Научные исследования в этой области продолжают двигаться вперед, открывая новые

перспективы в медицине, автомобильной промышленности, безопасности и других сферах. Но остаются нерешенные вопросы, и будущее машинного зрения обещает много увлекательных вызовов для исследователей.

Таким образом, искусственный интеллект и машинное зрение тесно связаны и продолжают совершенствоваться вместе, открывая новые возможности для технологического развития и обогащая нашу жизнь новыми инновациями. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать еще более впечатляющим достижениям в будущем, делая наш мир более умным и информативным. Машинное зрение – это не только инструмент, но и ключ к новым горизонтам для науки, индустрии и общества в целом.

Источники

1. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Применение системы машинного зрения для распознавания данных об электрооборудовании / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.1. С. 382-386.

2. Кашаев Р.С., Овсеенко Г.А. Применение искусственного интеллекта для решения задач классификации дефектов деталей в отрасли приборостроения / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VI Национальной научно-практической конференции, в 2 т. Казань, 2020. С. 12-14.

3. Нгуен Фук Хау, Зарипова Р.С., Нгуен Тхи Тху. Применение технологии распознавания голоса для управления системой включения/выключения электричества в доме / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 167-170.

4. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

5. Лучинкин В.Л., Зарипова Р.С. Перспективы применения нейронных сетей в энергетике / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 77-80.

6. Куприянова, В. С. Бесконтактный прибор для считывания штриховых маркировок деталей разработанный в универсальном программном комплексе Labview / В. С. Куприянова, О. В. Воркунов, А. М. Сунгатуллин // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 1. – С. 98-99.

РОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ В УСТОЙЧИВОМ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИИ

Сафина К.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

safina.karina02@icloud.com

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В условиях современного мира, стоящего перед вызовами изменения климата и необходимостью устойчивого развития, педагогика играет ключевую роль в формировании осведомленных и ответственных граждан, способных влиять на будущее энергетического сектора. Энергетика и образование становятся важными компонентами стратегии устойчивого развития. Необходимость перехода к чистым источникам энергии, сокращения выбросов парниковых газов и более эффективного использования ресурсов становятся неотъемлемой частью стратегии обеспечения будущего поколения. В этой статье мы рассмотрим более подробно роль образования в формировании устойчивого энергопотребления.

Ключевые слова: образование, энергия, энергопотребление, обучение, окружающая среда, экология, энергетическая грамотность.

В современном мире, где экологические проблемы становятся все более острыми, вопрос устойчивого энергопотребления приобретает ключевое значение. Образование играет важнейшую роль в формировании сознательного потребителя, способного принимать информированные решения о своем энергопотреблении [1]. Школьные программы и университетские курсы могут включать в себя обучение устойчивому энергопотреблению, что помогает молодому поколению осознавать важность этой темы. Образование также предоставляет инструменты для анализа и понимания энергетических систем, что способствует разработке и внедрению эффективных решений.

Существует множество успешных образовательных программ, направленных на устойчивое энергопотребление [2]. Например, "Энергетическая грамотность" – это проект, который предоставляет учащимся знания о различных источниках энергии, способах их использования и последствиях для окружающей среды. Ученики учатся рассчитывать свой энергетический баланс, разрабатывать планы по сокращению потребления энергии и даже участвовать в проектах по установке солнечных панелей на школьных зданиях.

Образование играет ключевую роль в повышении общественной осведомленности об энергосбережении. Через средства массовой информации,

социальные медиа и образовательные мероприятия можно распространять информацию о том, как каждый человек может внести свой вклад в устойчивое энергопотребление [3]. Прозрачная и доступная информация помогает людям понимать последствия своих действий и мотивирует их к действиям в пользу энергосбережения.

Еще одну немаловажную роль играет обучение энергосбережению. Образование в области энергетики помогает людям осознавать свои потребительские привычки и управлять своим энергопотреблением более эффективно. Образование в этой области должно включать в себя программы по энергосбережению и эффективному потреблению энергии. Учащиеся должны учиться распознавать возможности экономии энергии в повседневной жизни и на рабочем месте.

Школы и университеты должны поощрять исследования в области энергетики, включая разработку новых технологий и методов использования возобновляемых источников энергии [4]. Это поможет подготовить будущих специалистов в области чистой энергии. Важно, чтобы образование включало в себя практические навыки, такие как установка солнечных панелей или использование энергосберегающих устройств [5-7]. Это поможет учащимся стать активными участниками устойчивого образа жизни.

Педагогика в энергетике также должна учитывать глобальный характер проблемы. Учащиеся должны осознавать свою роль в мировой энергетической системе и как их действия могут повлиять на глобальное потребление ресурсов. Образование в области энергетики [8] должно способствовать формированию гражданской ответственности и активного участия в общественной деятельности, направленной на улучшение энергетической устойчивости.

В заключение хотелось бы сказать, что образование играет важную и многогранную роль в формировании устойчивого энергопотребления. Оно не только предоставляет знания и навыки, но и способствует изменению поведения, развитию технологических инноваций и повышению общественной осведомленности. Стремление к устойчивому энергопотреблению должно начинаться с молодых поколений и продолжаться на протяжении всей жизни. Только совместными усилиями образования и общества мы сможем обеспечить устойчивое энергопотребление и сохранить нашу планету для будущих поколений.

Источники

1. Ширмамедова З.Н., Зарипова Р.С. Роль открытых электронных образовательных ресурсов в современном информационно-образовательном пространстве / Учёные записки ИСГЗ. 2019. Т.17. №1. С. 536-539.

2. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Внедрение инновационных технологий в учебный процесс / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VI Национальной научно-практической конференции. Казань, 2020. С. 161-163.

3. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С.138-140.

4. Овсёенко Г. А., Удовенко О. Б., Латфуллина Д. Р. Разработка курса в информационно-образовательной среде университета / Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14, № 1-3. С. 41-45.

5. Косулин В. В. Электронные образовательные ресурсы в обучении студентов инженерным дисциплинам / Уральский научный вестник. 2018. Т. 11, № 2. С. 037-042.

6. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Перспективы цифровой трансформации образования / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VI Национальной научно-практической конференции. Казань, 2020. С. 147-149.

7. Филимонова Т. К., Федосеева Е. В. Применении технологий гемификации на практических занятиях в техническом вузе / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 3(29). С. 102-104.

8. Селезнев Д.К., Арзамасова А.Г., Юсупова И.В. О состоянии кадрового потенциала промышленного сектора экономики Республики Татарстан // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 119-121. – EDN AOKCEE.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО И СТРАТЕГИЯ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Сафина Ф.Д.¹, Хабибуллина И.И.²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

damirovnaa.studies@gmail.com, khabibullinaIvina@yandex.ru

Науч. рук. доц. Мухаметова Л.Р.

Энергетический сектор играет решающую роль в экономическом развитии любой страны. Вследствие наложения на Россию санкций от западных партнёров, стране пришлось поменять направленность. Теперь всё более актуальным становится взаимодействие России и Китая в различных отраслях экономики, в том числе и энергетической. В последние годы значительное внимание привлекло партнерство Заинской ГРЭС, ведущей тепловой электростанции Татарстана, и предприятий Китая. В данной статье рассмотрим перспективы партнерства России и Китая для Заинской ГРЭС.

Ключевые слова: Россия, Китай, электростанция, Заинская ГРЭС

Россия и Китай – два крупнейших государства. Экономико-торговые отношения между странами в последние годы складываются успешно. Близкое территориальное расположение, позитивный склад современных отношений, наличие опыта экономических связей двух великих держав способствуют их политическому сближению в нынешнее время, а также росту качества экономического сотрудничества [1]. Особенно актуален вопрос привлечения Китая к модернизации Заинского ГРЭС.

Заинская ГРЭС представляет собой крупнейшую тепловую конденсационную электростанцию в Республике Татарстан, которая обеспечивает электроэнергией всю республику и нефтяные предприятия региона [2].

В 2021 году было успешно завершено проектирование парогазовой установки мощностью 850 МВт, в рамках которого были выбраны подрядчики и определены необходимые технологии. Генеральным подрядчиком на проект была выбрана турецкая компания Enka, а американская компания General Electric (GE) была отобрана для обеспечения необходимым оборудованием. Проект успешно прошел как федеральную экологическую экспертизу, так и главную государственную экспертизу. Планировалось, что парогазовая установка будет доставлена на Заинскую ГРЭС во время речной навигации в 2022 году [3].

В связи с усилением санкционного давления в отношении России американские партнёры приняли решение не поставлять фактически оплаченное и готовое к отгрузке оборудование [4], а договор на строительство проекта с компанией Enka был расторгнут. Из-за невозможности решить вопрос с импортозамещением турбины, было принято решение о временной приостановке процесса модернизации Заинской ГРЭС. Данные факторы не остались без внимания и оказали существенное воздействие на выработку и расход электроэнергии. Информация о расходах электроэнергии на собственные и хозяйственные нужды генерирующего оборудования при выработке электрической и тепловой энергии за последние два года представлена в табл.1.

Таблица 1

Расход электроэнергии на собственные и хозяйственные нужды генерирующего оборудования за 2021-2022 гг.

Год	Расход электроэнергии, тыс. кВт · ч		
	на собственные нужды		на хозяйственные нужды
	на выработку электрической энергии	на выработку тепловой энергии	
2021	349 354,259	10 036,567	3 897,165
2022	294 316,197	9 223,378	2 910,760

Активное обсуждение властями республики и руководством АО «Татэнерго» возможного привлечения крупнейшей энергетической компании Китая CHN Energy в качестве инвестора для модернизации пострадавшей станции Заинской ГРЭС свидетельствует о том, что она может стать ее «спасителем»[5].

На данный этап взаимодействие между компаниями CHN Energy и АО «Татэнерго» в рамках Заинской ГРЭС не является явным и очевидным. CHN Energy, несмотря на наличие угледобывающего бизнеса, специализируется преимущественно на угольной генерации, а не на газовой. Это факт, который может повлиять на их заинтересованность в новом сегменте зарубежного рынка. Возможность вступления CHN Energy в этот новый для них сегмент будет зависеть от существенных изменений в плане модернизации Заинской ГРЭС[6].

Согласно аналитическим подсчётам, в настоящее время нет неотложной необходимости в решениях проектов такого масштаба. В условиях экономической нестабильности возможен как отказ от проекта, так и его пересмотр[7].

В заключение отметим, что энергетическое партнерство Заинской ГРЭС и CHN Energy, наряду с реализацией стратегии импортозамещения, имеет значительный потенциал для обеих сторон. Это сотрудничество позволит Заинской ГРЭС удовлетворить растущие потребности Китая в энергии, одновременно снижая его зависимость от импортных источников энергии[8]. В то же время Китай получает выгоду от надежного энергоснабжения, что поддерживает его амбициозные цели экономического роста. Этот стратегический альянс способствует взаимной выгоде, энергетической безопасности и прокладывает путь к устойчивому энергетическому развитию в Республике Татарстан.

Источники

1. Нго, Ле Зиу Хыонг. Экономическое сотрудничество России и Китая // Молодой ученый. 2021. № 2 (344). С. 262-264.

2. В Татарстане поставили на паузу модернизацию Заинской ГРЭС. Причина в невозможности поставки иностранных турбин [Электронный ресурс] // ТАСС. 2022. 7 октября. URL: <https://tass.ru/ekonomika/15984837> (дата обращения: 23.09.2023).

3. В «Интер РАО» заявили об угрозе срыва модернизации Заинской ГРЭС в Татарстане из-за невозможности импортозамещения турбины [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. 2022. 4 июля. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5446700> (дата обращения: 23.09.2023).

4. Отчет о результатах деятельности Кабинета Министров Республики Татарстан за 2022 год [Электронный ресурс]. https://gossov.tatarstan.ru/file/gossov/docs/other_32885.pdf (дата обращения: 23.09.2023).

5. «Мы рассматриваем CHN Energy как внешнего инвестора»: Заинскую ГРЭС спасут китайцы? [Электронный ресурс] // БИЗНЕС Online. 2023. 18 сентября. URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/607273> (дата обращения: 23.09.2023).

6. Модернизация Заинской ГРЭС может продолжиться с российскими турбинами [Электронный ресурс] // ТАСС. 2023. 5 апреля. URL: <https://tass.ru/ekonomika/17456747> (дата обращения: 24.09.2023).

7. «Татэнерго» не может получить газовую турбину из США для модернизации ГРЭС из-за санкций [Электронный ресурс] // Газета.ru. 2022. 5

июля.

URL:

<https://www.gazeta.ru/business/news/2022/07/05/18065942.shtml?updated>
обращения: 23.09.2023).

(дата

8. Burganov R.A., Misbakhov R.S., Gureev V.M., Mukhametova L.R.
Methodological aspects of the driver of economic growth and energy // PONTE.
2016. Vol. 5. P. 78-82.

О КОМПЛЕКСЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ МЕР СТИМУЛИРОВАНИЯ СПРОСА НА ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Селезнев Д.К.

ФГБОУ КНИТУ, г. Казань, Россия

bigbossutrinos229@gmail.com

Развитие электротранспорта – это тренд развития мирового автопрома. На фоне развития обычного автотранспорта становится очевидным быстрый рост электротранспорта во всём мире в целом и в России в частности. Задача по развитию электротранспорта и зарядной инфраструктуры решается в тесном взаимодействии профильных ведомств – Минэкономразвития, Минпромторга и Минэнерго в рамках стратегической инициативы социально-экономического развития «Электроавтомобиль и водородный автомобиль» и Концепции развития производства и использования электротранспорта в России до 2030 года, утверждённых Председателем Правительства Михаилом Мишустиним.

Ключевые слова: электротранспорт, развитие электротранспорта, зарядная инфраструктура, автопром, трехэтапная стратегия, спрос на электромобили.

Первый этап запуска рынка электротранспорта начался уже в 2022 году, и основной акцент был связан с развитой инфраструктурой рынка. В рамках инициативы было создано 439 быстрых зарядных станций в 12 пилотных регионах. В 2023 году уже 34 пилотных региона, которые будут получать субсидии на ввод в действие быстрых зарядных станций. К 2024 году количество зарядных станций в России только в рамках инициативы должно составить порядка 3 тыс. штук [1].

По итогам 2022 года наблюдается стабильный рост по направлениям инициативы (электромобили, зарядная инфраструктура). Только в ноябре и декабре 2022 года недельный рост продаж электромобилей превышал 180 штук (в 2021 году в среднем регистрировалось 25 электромобилей в неделю). На сегодняшний день в России уже зарегистрировано 24,5 тыс. электромобилей. Если говорить о зарядной инфраструктуре, то в России уже работает более 7,5 тыс. зарядных устройств и задействовано 35 операторов ЭЗС.

Динамика роста продаж электромобилей в первую очередь обусловлена реализацией мер поддержки, направленных на развитие электротранспортной отрасли и стимулирование спроса в рамках инициативы. Действующие меры делают приобретение электромобиля привлекательным для граждан – это льготное автокредитование для частных лиц и льготный автолизинг для юридических. В соответствии с этими программами покупателю

предоставляется скидка в размере 25% при покупке в кредит или лизинг отечественного электрокара. Также в ряде регионов действуют такие меры, как бесплатная парковка и отсутствие транспортного налога.

Премьер-министр РФ М.Мишустин утвердил перечень дополнительных мер поддержки этого направления [2]. Речь идёт о реализации 29 мероприятий. Один из блоков перечня посвящён развитию инфраструктуры. Кроме того, Минстрою, Минэнерго и Ростехнадзору поручено оценить целесообразность обязательной установки зарядных станций при строительстве общественных зданий и многоквартирных домов. Также планируется предоставить гражданам возможность устанавливать медленные зарядные станции в подземных или наземных паркингах многоквартирных домов без обращения в энергокомпанию. Жильцы смогут использовать их ночью, когда в домовых сетях есть избыток энергоёмкостей.

Работа над развитием электротранспорта и зарядной инфраструктуры идёт в рамках реализации стратегической инициативы социально-экономического развития «Электроавтомобиль и водородный автомобиль» и Концепции развития производства и использования электротранспорта в России до 2030 года. Согласно Поручению Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2022 г. № АБ-П51-341пр о комплексе региональных мер стимулирования спроса на электромобили, в том числе используемые в таксопарках и каршеринге, в целях содействия реализации субъектами Российской Федерации положений Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 августа 2021 г. № 2290-р, а также в целях оказания методической помощи органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации при разработке нормативных правовых актов в части стимулирования использования электромобилей и гибридных автомобилей, развития зарядной инфраструктуры в субъектах Российской Федерации, включая дороги общего пользования в границах субъектов Российской Федерации, Минтранс России совместно с Минэкономразвития России, Минприроды России, Минстроем России разработаны Методические рекомендации по стимулированию использования электромобилей и гибридных автомобилей в субъектах Российской Федерации (утверждены распоряжением Минтранса России от 25 мая 2022 г. № АК-131-р, далее – Методические рекомендации) [3].

Методические рекомендации в том числе включают:

– рекомендации по повышению уровня использования электромобилей и развитию зарядной инфраструктуры (в том числе установление пониженной ставки транспортного налога или полное освобождение от транспортного

налога владельцев электромобилей, предоставление права бесплатного пользования парковочными местами, оснащенными зарядными устройствами, предоставление льгот владельцам электромобилей при пользовании региональными платными дорогами и другие меры);

– рекомендации по расчету количества электромобилей (электробусов), используемых при организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом;

– рекомендации по расчету количества электромобилей, эксплуатируемых органами власти субъектов Российской Федерации и организациями с государственным участием;

– рекомендации по расчету количества парковочных мест для электромобилей, в том числе оборудованных зарядными устройствами;

– рекомендации по управлению парковочным пространством и обустройству парковочных мест для электромобилей.

Методические рекомендации также включают меры стимулирования использования электромобилей в таксопарках и каршеринге:

а) предоставление лизинговыми организациями скидок лизингополучателям при приобретении электромобилей;

б) предоставление субсидий лизинговым организациям для возмещения скидки на авансовый платеж за предоставленные лизингополучателям электромобили;

в) предоставление субсидий, упрощение процедур выдачи разрешительных документов и иные меры поддержки компаний (инвесторов), готовых реализовывать проекты по предоставлению в аренду электромобилей (каршерингу) и по их использованию в качестве такси.

Источники

1. Юсупова, И. В. Актуальная повестка развития зарядной инфраструктуры для транспортных средств с электродвигателями в России / И. В. Юсупова, А. Г. Арзамасова, Д. К. Селезнев // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2022. – № 3(66). – С. 123-136.

2. О комплексе дополнительных мер поддержки развития электротранспорта [Электронный ресурс] <https://www.evolute.ru/about/news/announcements/utverzhdenn-perechen-dopolnitelnyh-mer-podderzhki-razvitiya-elektrotransporta?ysclid=llz8n89n8m479560994> (дата обращения: 26.09.2023).

3. Распоряжение Минтранса России от 25.05.2022 № АК-131-р «Об утверждении методических рекомендаций по стимулированию использования электромобилей и гибридных автомобилей в субъектах Российской Федерации» [Электронный ресурс] <https://docs.cntd.ru/document/351032908> (дата обращения: 26.09.2023).

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МАСТЕР-ПЛАНА И ДОЛГОСРОЧНОМУ ПЛАНУ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КАЗАНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Селезнев Д.К.¹, Юсупова И.В.^{2,3}

¹ФГБОУ ВО «КНИТУ-КХТИ», г. Казань, Россия

²Министерство экономики Республики Татарстан, г. Казань, Россия

³ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, Россия

bigbossutrinos229@gmail.com, asaraf@mail.ru, selez2009.li@yandex.ru

На фоне неупорядоченной иерархии документов стратегического планирования намечается массовая разработка «нового документа» – мастер-плана. По итогам восточного экономического форума (ВЭФ-2021) дано поручение В.В. Путина разработать планы развития всех столиц регионов ДФО, также городов с населением более 50 тыс. человек. Татарстан активно включился в работу по созданию мастер-планов и долгосрочных планов развития агломераций (ДПР). Первым такой документ будет разработан для Казанской агломерации.

Ключевые слова: мастер-план, ДПР, Казанская агломерация, агломерационные проекты, пространственное планирование территории.

Цели синхронной разработки мастер-плана и ДПР Казанской агломерации: создание основы для принятия обоснованных решений по пространственному и инфраструктурному развитию Казанской агломерации; долгосрочное и устойчивое пространственное и социально-экономическое развитие территории Казанской агломерации, определение приоритетов ее социально-экономического развития; снятие инфраструктурных ограничений; реализация потенциала Казанской агломерации для развития общественно-деловых функций; создание мест приложения труда в муниципалитетах (по принципу «где живешь, там и работаешь» с задействованием существующей деловой инфраструктуры, включая промпарки, и логистической инфраструктуры); перечень крупных агломерационных и инвестиционных проектов, которые привлекут федеральное финансирование [1, 2].

На основании п.18 Перечня поручений Раиса Республики Татарстан Р.Н.Минниханова от 17.02.2023 №62-ПР ГБУ «Институт пространственного планирования Республики Татарстан» (далее – ИПП РТ) совместно с заинтересованными ИОГВ РТ следует подготовить: мастер – плана Казанской агломерации – до 01.12.2023 года; Камской агломерации – 2 квартал 2024, Альметьевской агломерации – 2 квартал 2025.

Мастер-план - это документ стратегического пространственного планирования территории, который позволит в целом посмотреть на градостроительную ситуацию в Казани и соседних муниципалитетов; для его расчетов будут использованы данные сотовых операторов (вопросы трудовой миграции, определение реальной нагрузки на инфраструктуру); математические модели транспорта; математические модели определения границ агломерации; долгосрочный план развития (ДПР) - основа для принятия обоснованных решений по перспективному пространственному и инфраструктурному развитию Казанской агломерации с включением бюджетного и внебюджетного финансирования.

Разработка Мастер-плана социально-экономического и пространственного развития Казанской агломерации и ДПР Казанской агломерации осуществляется институтом пространственного планирования (ИПП) РТ совместно с Министерством экономики Республики Татарстан, заинтересованными органами исполнительной власти Республики Татарстан, а также МБУ «Институт развития города» и ГАУ «Институт Генплана Москвы».

Принципы разработки мастер-плана Казанской агломерации: учитывая, что регулирование застройки в агломерациях через общий генплан законодательством не предусмотрено, проблема решается через разработку мастер-плана. Затем соответствующие решения необходимо интегрировать в генпланы поселений на данной территории [3]. В основе принципов разработки мастер-плана - вопросы развития транспортной и инженерной инфраструктуры [4], чтобы планируемый рост застройки не происходил в условиях отставания транспортных связей, как это остро проявляется в «Лаишевском узле» или Куюках.

Расчеты, производимые в рамках разработки мастер-плана, должны определить:

- предельные объемы жилой застройки; необходимую транспортную и инженерную инфраструктуру;
- этапность строительства транспортной и инженерной инфраструктуры;
- этапность жилой застройки, привязанную к строительству транспортной инфраструктуры;
- количество и локацию объектов, создающих рабочие места.

Распоряжением КМ РТ от 30.12.2022 №3198-р утверждена межведомственная рабочая группа по разработке мастер-плана Казанской агломерации и долгосрочного плана ее развития и Положение о межведомственной рабочей группе по разработке мастер-плана Казанской агломерации и долгосрочного плана ее развития [5].

По вопросу финансирования проектной части ДПР: «Инициативой социально-экономического развития «Города больших возможностей и

возрождения малых форм расселения», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 октября 2021 г. № 2816-р, отдельного механизма финансирования реализации ДПР агломераций не предусмотрено [6].

В качестве механизма реализации ДПР предполагается приоритезация в рамках существующих госпрограмм РФ и использование «инфраструктурного меню». Чтобы претендовать на получение указанных мер поддержки, в условиях действующих бюджетных правил, подготовка и принятие ДПР необходимо подготовить обоснования мероприятий (оценить эффекты от их реализации).

Методические рекомендации по разработке долгосрочных планов социально-экономического развития крупных и крупнейших городских агломераций утверждены приказом Минэкономразвития России от 26 сентября 2023 г. № 669.

ДПР должен содержать мероприятия (проекты), направленные на устранение инфраструктурных городских агломераций и достижение целевых показателей, в том числе установленных в стратегических документах с учетом уже запланированных и обеспеченных финансированием инвестиционных проектов.

В целях обеспечения устойчивого социально-экономического развития территорий Казанской агломерации при подготовке окончательного варианта мастер-плана, необходимо особое внимание уделить проработке проектных решений в части развития инженерной, транспортной инфраструктуры, общественных пространств, озеленения территорий.

Материалы мастер-плана должны содержать конкретные мероприятия по вышеуказанным направлениям, в том числе:

1) конкретные мероприятия по модернизации существующих и строительство новых сетей водоснабжения и водоотведения, очистных сооружений с применением современных подходов и наилучших доступных технологий;

2) конкретные мероприятия по централизованному канализованию прилегающих территорий (в том числе н.п. Никольское, Сокуры, Куюки, Богородское, Высокая Гора, Дачное, Яшь Кеч, Семиозёрка и др.) с отображением полосы отвода канализационных сетей на картографических материалах;

3) конкретные мероприятия по определению источников водоснабжения населения, обеспечивающих полную потребность (в том числе с учетом прогнозируемых изменений численности населения), по организации зон их санитарной охраны;

4) конкретные мероприятия по улучшению транспортной доступности, обеспечивающие снижение степени загруженности дорог, повышение уровня комфорта для горожан, а также улучшение экологической обстановки в городе/районных центрах;

5) конкретные мероприятия, обеспечивающие максимальное сохранение зеленых насаждений при размещении автомобильных дорог;

6) конкретные мероприятия озеленению территорий за счет создания новых парков, скверов, бульваров и других общественных пространств.

Также необходимо:

- в целях учета территории с различными уровнями загрязнения атмосферного воздуха, планирование развития новых территорий (промышленность, транспортная инфраструктура) в мастер-плане должно осуществляться на основе сводной базы данных параметров выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- в мастер план необходимо включить положения о внедрении повышенных экологических требований («зеленых» стандартов) при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов инфраструктуры.

- в целях исключения хаотичного развития территорий прилегающих районов необходимо проработка вопросов синхронизации документов территориального планирования соответствующих муниципальных образований с мастер-планом Казанской агломерации, в том числе на законодательном уровне.

Источники

1. Мастер-план Казанской агломерации как основа поддержки региональных проектов / И. В. Юсупова, М. Ф. Сафаргалиев, А. Г. Арзамасова, Д. К. Селезнев // Региональная экономика. Юг России. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 147-157. – DOI 10.15688/re.volsu.2023.2.14. – EDN QLFJPS.

2. Юсупова, И. В. О моделях управления развитием территорий агломераций / И. В. Юсупова, А. И. Шинкевич, А. Г. Арзамасова // Экономический вестник Республики Татарстан. – 2022. – № 1. – С. 12-17. – EDN LXMTFH.

3. Малинова, О.В. О реформировании территориального планирования в Российской Федерации в целях комплексного устойчивого развития территории. Мастер-план //Academia. Архитектура и строительство. – 2020. – № 1. – С. 5–10.

4. Селезнев, Д. К. Проблемы и перспективы социально-экономического развития агломераций Республики Татарстан с позиции развития транспортной инфраструктуры / Д. К. Селезнев, А. Г. Арзамасова, И. В. Юсупова //

Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года / Редколлегия: А.Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 122-126. – EDN QLAONA.

5. Распоряжение Кабинета Министров Республики Татарстан от 30.12.2022 № 3198-р [Электронный ресурс]. https://pravo.tatarstan.ru/nra_kabmin/rasp/?nra_id=1137331 (дата обращения 01.08 2023).

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.10.2021 г. № 2816-р [Электронный ресурс]. <http://government.ru/docs/all/136925/> (дата обращения 01.08 2023).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Семенов М. А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Банковская сфера является ключевым элементом мировой экономики, и её сущность трансформируется благодаря интеграции современных информационных технологий. Эта статья исследует применение ИТ-технологий в банковской сфере, подчеркивая их значимость для клиентского обслуживания, оптимизации процессов и повышения безопасности.

Ключевые слова: информационные технологии, банковская сфера, мобильные приложения, аналитика данных, блокчейн, кибербезопасность.

Банковская сфера играет существенную роль в глобальной экономике и является одной из отраслей, на которые оказывает сильное воздействие быстрое развитие информационных технологий [1]. Современные ИТ-технологии преобразили способы, которыми банки взаимодействуют с клиентами, управляют своими финансами и обеспечивают безопасность [2]. В этой статье мы погрузимся в мир банковских ИТ-технологий и рассмотрим, какие преимущества они приносят банкам и их клиентам. Банковская сфера, будучи одной из наиболее регулируемых и чувствительных к вопросам безопасности отраслей, активно интегрирует ИТ-технологии с акцентом на безопасность, надежность и эффективность.

Интернет-банкинг и Мобильные Приложения.

Интернет-банкинг и мобильные приложения сейчас стали неотъемлемой частью современного банковского опыта. Они предоставляют клиентам возможность управлять своими счетами, осуществлять финансовые транзакции и мониторить состояние своих средств в режиме реального времени [3]. Благодаря этим технологиям, клиенты могут обращаться к своему банку в любое время суток, что повышает уровень обслуживания и удовлетворения клиентов.

Big Data и Аналитика.

Применение анализа больших данных (Big Data) и аналитики позволяет банкам эффективно анализировать миллионы транзакций и клиентских данных. Это позволяет выявлять новые тенденции, а также предоставлять более точные и персонализированные финансовые предложения клиентам. Кредитные оценки

становятся более точными, а решения принимаются на основе данных и анализа, что улучшает банковские услуги.

Использование Искусственного Интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) активно применяется в банковской сфере для автоматизации рутинных операций, таких как рассмотрение кредитных заявок и предоставление клиентской поддержки через чат-боты. ИИ также играет важную роль в борьбе с мошенничеством, позволяя банкам более эффективно обнаруживать аномалии в финансовых операциях и обеспечивать безопасность транзакций [4].

Блокчейн-технологии.

Блокчейн-технологии революционизируют область безопасности и учета в банковской сфере [5]. Децентрализованный и надежный характер блокчейна позволяет обеспечивать прозрачность и надежность финансовых транзакций. Благодаря блокчейну, риски, связанные с мошенничеством, снижаются, и затраты на проведение транзакций уменьшаются.

Кибербезопасность.

С ростом онлайн-присутствия банков увеличивается и риск кибератак. Банки активно инвестируют в современные технологии кибербезопасности, чтобы защитить конфиденциальные данные клиентов и предотвратить утечку информации. Эффективная кибербезопасность становится приоритетом для банков, учитывая множество угроз и векторов атак, с которыми они сталкиваются [6].

Облачные вычисления.

Использование облачных вычислений позволяет банкам улучшить масштабируемость и доступность своих сервисов. Облачные решения позволяют снизить нагрузку на собственные серверы и обеспечивают высокую производительность. Резервное копирование данных в облаке также гарантирует безопасность информации.

Таким образом, современные IT-технологии существенно изменили банковскую сферу, сделав её более доступной, эффективной и безопасной для клиентов. Банки, которые активно инвестируют в информационные технологии, получают конкурентное преимущество на рынке и способствуют развитию экономики. Однако вместе с преимуществами приходят и вызовы, такие как обеспечение кибербезопасности и соблюдение регулятивных норм [7, 8]. Поэтому банки должны постоянно совершенствовать свои технологические решения, чтобы соответствовать требованиям современного мира и обеспечивать безопасность и удовлетворение клиентов. Их способность адаптироваться к быстро меняющимся технологическим трендам становится ключевым фактором для успешной деятельности и удовлетворения потребностей клиентов.

Источники

1. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Стандартизация процессов разработки информационных систем и их адаптация к банковской промышленности / Наука Красноярья. 2019. Т. 8. № 3-3. С. 106-109.
2. Марданова А.М. ИТ-решение для страховых компаний / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 148-150.
3. Пырнова О.А., Басаргин В.Я., Зарипова Р.С. Современная информационная экономика: использование национальных криптовалют / «Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2018)»: Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. 2018. С. 299-301.
4. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.
5. Мустафин Р.Ф., Зарипова Р.С. Перспективы применения технологии блокчейн в финансовом секторе экономики / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2022. № 4 (30). С. 129-131.
6. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Актуальность обеспечения информационной безопасности в условиях цифровой экономики / Инновационное развитие экономики. Будущее России: Сборник материалов и докладов V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2018. С. 257-260.
7. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.
8. Феоктистов Д.И. Технологии смарт-контрактов блокчейн в электроэнергетике / Д.И. Феоктистов, О.В. Воркунов, Р.С. Зарипова // Цифровизация в энергетике. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. – С. 90-96.

ИНТЕРНЕТ ПИРАТСТВО: МЕТОДЫ БОРЬБЫ

Столяров И.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Статья освещает современные методы борьбы с интернет-пиратством в цифровой среде, включая законодательные меры, технические средства и анализ больших данных. Авторы оценивают эффективность этих методов и подчеркивают роль сотрудничества между правообладателями и онлайн-платформами. Статья также выделяет нерешенные проблемы и будущие направления исследований в области борьбы с интернет-пиратством.

Ключевые слова: интернет-пиратство, закон, анализ данных, машинное обучение, безопасность, цифровая среда, правообладатели, онлайн-платформы

В современном цифровом мире интернет-пиратство представляет собой одну из наиболее важных и сложных проблем, стоящих перед индустрией развлечений и правообладателями [1]. С развитием технологий и доступностью средств для обмена и распространения цифрового контента, борьба с незаконным использованием авторских материалов становится все более актуальной.

Рассмотрим современные методы борьбы с интернет-пиратством, оценим их эффективность и выделим перспективы для дальнейших исследований. Одним из наиболее распространенных методов борьбы с интернет-пиратством является законодательная деятельность [2]. Законы о защите интеллектуальной собственности и авторских прав служат основой для преследования нарушителей [3]. Однако эффективность таких мер определена, главным образом, способностью выявить и привлечь к ответственности нарушителей, что часто бывает непросто в условиях анонимности сети.

Технические средства также играют важную роль [4]. Методы цифровой защиты контента и системы управления доступом помогают ограничивать доступ к незаконно загруженным материалам. Однако опытные пользователи часто находят способы обойти эти ограничения, что ослабляет эффективность технических методов [5].

Сложность в выявлении и преследовании нарушителей авторских прав в интернете создает потребность в усовершенствовании методов противодействия интернет-пиратству. Применение цифрового анализа и обработки больших данных может помочь выявлять и идентифицировать нарушителей с большей

точностью и эффективностью. Это может включать в себя отслеживание цифровых следов, использование алгоритмов машинного обучения и современных методов анализа данных.

Технические средства защиты контента постоянно развиваются, чтобы противостоять современным методам интернет-пиратства. Например, технологии цифровой водяной печати и аппаратная защита контента могут обеспечить дополнительный уровень безопасности. Однако для повышения эффективности этих методов необходимо постоянно совершенствовать их, а также адаптировать к изменяющимся тактикам нарушителей.

Оценка эффективности методов борьбы с интернет-пиратством сложна, так как данные о масштабах незаконного распространения контента непостоянны и децентрализованы. Однако, наблюдения показывают, что законодательные меры и технические средства, несмотря на свои ограничения, способны сдерживать некоторые виды интернет-пиратства.

Эффективное сотрудничество между правообладателями и онлайн-платформами может значительно повысить эффективность борьбы с интернет-пиратством. Обмен информацией и ресурсами позволяет оперативно реагировать на нарушения и ограничивать доступ к нелегальному контенту. Такие соглашения обеспечивают улучшение общей безопасности цифрового пространства.

Несмотря на существующие методы борьбы, остаются нерешенные вопросы. Они включают в себя проблемы анонимности в сети, частую смену местонахождения серверов с контентом, а также рост интереса к технологиям блокчейна и криптовалют, которые могут изменить схемы распространения контента.

Современные технологии анализа данных и искусственного интеллекта предоставляют новые возможности в борьбе с интернет-пиратством [6]. Для эффективного выявления нарушителей необходимо более глубокое изучение методов анализа больших данных и использование алгоритмов машинного обучения для выявления аномалий.

Технические методы борьбы с интернет-пиратством постоянно развиваются [7]. Исследования в области цифровой защиты, криптографии и разработки новых методов шифрования могут помочь создать более надежные механизмы защиты контента. Такие инновации могут изменить ландшафт борьбы с интернет-пиратством.

Борьба с интернет-пиратством остается актуальной и сложной задачей для правообладателей и индустрии развлечений. Существующие методы борьбы, несмотря на свои ограничения, продолжают оказывать воздействие на незаконное распространение цифрового контента. Однако нерешенные вопросы и новые вызовы требуют дальнейших исследований и инновационных подходов

для эффективной борьбы с интернет-пиратством. Важно сохранять баланс между законодательными мерами, технологическими решениями и образовательными инициативами для обеспечения безопасности и защиты авторских прав в цифровой среде.

Источники

1. Хамидуллина Ф.Р., Рочева О.А., Зарипова Р.С., Арбузова М.В. Финансовое мошенничество в сети интернет / Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 4-3. С. 151-158.

2. Злыгостев Д.Д., Зарипова Р.С. Информационная безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий / Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте: Сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2017. С. 23-25.

3. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Проблемы обеспечения информационной безопасности больших данных / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2019. № 3-4 (17-18). С. 150-152.

4. Шакиров А.А., Зарипова Р.С. Актуальность обеспечения информационной безопасности в условиях цифровой экономики / Инновационное развитие экономики. Будущее России: Сборник материалов и докладов V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2018. С. 257-260.

5. Гизатуллин З.М., Гизатуллин Р.М., Нуриев М.Г., Назметдинов Ф.Р. Снижение электромагнитных помех и защита информации в вычислительной технике с помощью экранирующих стекол / Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2017. № 3 (35). С. 46-57.

6. Овсенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Столяров И.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В статье анализируется использование виртуальной реальности (VR) в сфере образования и развития интеллекта. Рассматриваются педагогические выгоды VR, включая увлекательность учебного процесса и улучшение различных интеллектуальных навыков. Также поднимаются вопросы доступности технологии и необходимости более точной оценки воздействия VR на процесс обучения. Статья подчеркивает перспективы будущих исследований в этой области, предполагая потенциал для изменения будущего образования и интеллектуального развития студентов.

Ключевые слова: Виртуальная реальность, образование, развитие интеллекта, перспективы, цифровые технологии, учебный процесс, инновации.

Современное образование и развитие интеллекта стоят перед вызовами, связанными с необходимостью инноваций и активного внедрения новых технологий [1]. Виртуальная реальность (VR) представляет собой одну из самых захватывающих и обещающих областей, которая находит широкое применение в сфере образования и развития человеческого интеллекта [2].

Интеграция VR в сферу образования открывает двери к новым педагогическим возможностям. Виртуальная реальность позволяет студентам погружаться в интерактивные образовательные среды, где они могут взаимодействовать с виртуальными объектами и событиями. Это делает учебный процесс более увлекательным и помогает студентам лучше усваивать информацию [3]. Недавние исследования показали, что использование VR может значительно увеличить интерес и мотивацию учащихся.

Виртуальные лаборатории, симуляции и тренажеры позволяют студентам проводить эксперименты и тренировки в безопасной и контролируемой среде [4]. Например, студенты-медики могут проводить хирургические операции в виртуальных операционных залах, а будущие инженеры могут тестировать различные конструкции и машины в виртуальных лабораториях.

Виртуальная реальность способствует развитию различных аспектов интеллекта [5]. Например, при работе с трехмерными моделями виртуального мира, стимулируется пространственное мышление, а взаимодействие с

виртуальными сценариями улучшает навыки принятия решений. Также использование ВР может помочь в развитии критического мышления и решения сложных задач, так как она предоставляет возможность практической отработки навыков.

В области обучения иностранным языкам, ВР может создавать обстановку, в которой студенты окружены языковой средой и могут учиться, взаимодействуя с носителями языка. Это улучшает понимание и усвоение иностранного языка.

Несмотря на многообещающие результаты исследований, есть некоторые нерешенные вопросы в области использования ВР в образовании и развитии интеллекта. Один из них – это вопрос о доступности технологии. Несмотря на снижение стоимости оборудования, оно все еще остается недоступным для многих учебных заведений и студентов.

Другим вызовом является разработка более точных методов измерения воздействия ВР на развитие интеллекта. Несмотря на растущее количество исследований в этой области, многие из них требуют дополнительных доказательств и стандартизации.

Перспективы в области исследований использования ВР в образовании и развитии интеллекта огромны. С появлением новых технологий и глубоким пониманием эффективных методов использования ВР, мы можем ожидать дальнейшего роста интереса и инвестиций в эту область. Будущие исследования могут фокусироваться на интеграции ВР в учебные программы, создании индивидуализированных образовательных сред и разработке более точных методов измерения воздействия ВР на развитие интеллекта. Например, возможно, мы увидим появление персонализированных образовательных платформ, которые адаптируются к потребностям каждого ученика, используя данные о его успехах и интересах.

Таким образом, использование методов виртуальной реальности в сфере образования и развития интеллекта представляет собой эффективный и многообещающий подход. Несмотря на некоторые нерешенные вопросы и вызовы, ВР уже доказала свою способность улучшить образовательный процесс и развитие интеллекта учащихся. Будущие исследования и инновации в этой области могут изменить облик образования и способствовать более эффективному развитию интеллекта учащихся, подготавливая новое поколение к вызовам будущего.

Источники

1. Никитина У.О., Зарипова Р.С. Влияние виртуальной реальности на формирование личности / Социальная онтология России. Сборник научных

статей по докладам XIV Всероссийских Копыловских чтений. Новосибирск, 2020. С. 468-470.

2. Косулин, В. В. Электронные образовательные ресурсы в обучении студентов инженерным дисциплинам / Уральский научный вестник. 2018. Т. 11, № 2. С. 037-042.

3. Никитина У.О., Зарипова Р.С. Проблемы и перспективы применения технологий виртуальной реальности / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 81-83.

4. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Технологии виртуальной реальности в образовании / Приоритетные направления развития спорта, туризма, образования и науки: материалы международной научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2021. С. 694-696.

5. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Будущее виртуальной реальности в образовании / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VI Национальной научно-практической конференции. Казань, 2020. С. 145-146.

ПРОГРАММА ДЛЯ ГОЛОСОВОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ChatGPT

Сулейманов Э.Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

emir230301@gmail.com

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В настоящее время голосовое пользовательское взаимодействие становится все более популярным и востребованным. Технологические инновации исключают необходимость использовать клавиатуру или сенсорный экран, позволяя взаимодействовать с устройствами и приложениями при помощи голосовых команд. Но для достижения высокой эффективности и надежности в таких приложениях необходимы мощные технологии распознавания и обработки речи, а также способность понимать и генерировать естественные ответы. В статье показан процесс разработки и внедрения программного средства голосового пользовательского взаимодействия с использованием ChatGPT для ресурсоснабжающей организации.

Ключевые слова: голосовое взаимодействие, ChatGPT, интеграция, голосовой синтезатор, интеллектуальный анализ, эффективность, инновации, автоматизация.

Для ресурсоснабжающей организации был проведен анализ текущих процессов и потребностей в области голосового пользовательского взаимодействия с использованием специального программного средства. Основными аспектами из них стали управление операциями и данными, многопользовательская поддержка, интеграция с интеллектуальными системами, анализ контекста и предыдущих диалогов, безопасность и конфиденциальность данных.

Целью создания программного средства «голосовое пользовательское взаимодействие» является обеспечение удобного и эффективного способа взаимодействия пользователя с компьютерной системой с использованием голосовых команд [1]. Для разработки вышеупомянутого программного средства был осуществлен выбор следующего набора технологий и языков программирования: JAVA и Python для реализации логики приложения, PostgreSQL в качестве системы управления базами данных, Hibernate для обеспечения средств доступа к данным, Docker для контейнеризации, а также библиотека распознавания речи Vosk Small.

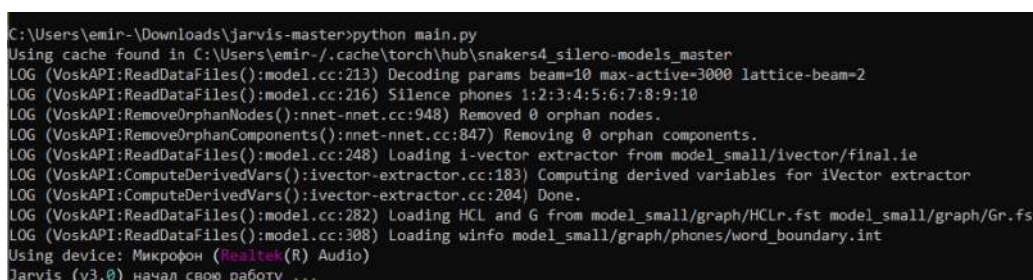
Выбор указанных инструментов обусловлен их функциональностью, популярностью, поддержкой сообщества разработчиков, а также их

совместимостью и взаимодействием друг с другом [2, 3]. Это позволяет создавать эффективное программное средство для голосового пользовательского взаимодействия с использованием современных и надежных технологий, среди которых особое внимание уделяется интеграции ChatGPT [4].

ChatGPT – это мощная модель генерации текста, обученная на больших объемах разговорных данных. Его интеграция в программное обеспечение ресурсоснабжающей организации позволяет создавать натуральные и информативные диалоги между пользователями и системой.

Одной из важных характеристик программного средства является его способность распознавания и транскрипции голосовых запросов [5]. Это означает, что пользователи могут легко и естественно взаимодействовать с системой, произнося голосовые команды, которые затем автоматически преобразуются в текст для дальнейшей обработки [6].

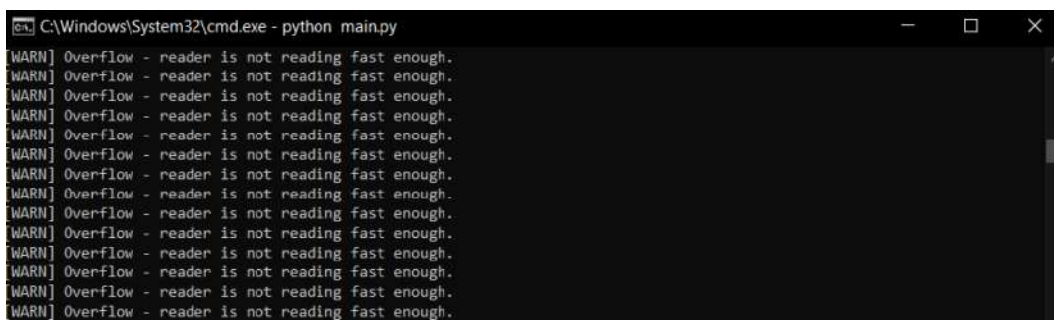
Процесс создания данного продукта можно разбить на этапы. Следует отметить, что данная версия программного средства запускается в интегрированном терминале операционной системы Windows. Процесс запуска производится из командной строки (CMD). Процесс запуска голосового помощника с использованием команды "python main.py" показан на рис.1.



```
C:\Users\emir-Downloads\jarvis-master>python main.py
Using cache found in C:\Users\emir-/.cache\torch\hub\snakers4_silero-models_master
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:213) Decoding params beam=10 max-active=3000 lattice-beam=2
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:216) Silence phones 1:2:3:4:5:6:7:8:9:10
LOG (VoskAPI:RemoveOrphanNodes():nnet-nnet.cc:948) Removed 0 orphan nodes.
LOG (VoskAPI:RemoveOrphanComponents():nnet-nnet.cc:847) Removing 0 orphan components.
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:248) Loading i-vector extractor from model_small/ivector/final.ie
LOG (VoskAPI:ComputeDerivedVars():ivector-extractor.cc:183) Computing derived variables for iVector extractor
LOG (VoskAPI:ComputeDerivedVars():ivector-extractor.cc:204) Done.
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:282) Loading HCL and G from model_small/graph/HCLr.fst model_small/graph/Gr.fst
LOG (VoskAPI:ReadDataFiles():model.cc:308) Loading winfo model_small/graph/phones/word_boundary.int
Using device: Микрофон (Realtek(R) Audio)
Jarvis (v3.0) начал свою работу ...
```

Рис. 1. Запуск голосового помощника

Важно учитывать, что из-за особенностей обработки текстовых сообщений, полученных из речи, время ожидания ответа на запрос может варьироваться. Этот процесс включает в себя передачу обработанного текстового сообщения в модель ChatGPT и ожидание ответа. Скорость получения ответа зависит от длины ответа, поскольку более длинные ответы могут потребовать больше времени на обработку и генерацию. Поэтому пользователю следует учитывать, что время получения ответа может колебаться в зависимости от сложности запроса и длины ответа как показано на рис. 2.



```
C:\Windows\System32\cmd.exe - python main.py
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
[WARN] Overflow - reader is not reading fast enough.
```

Рис. 2. Обработка запроса

Инновационное программное средство позволяет эффективно взаимодействовать с системой с использованием голосовых команд, что оптимизирует производственные процессы, облегчает взаимодействие с системой и способствует достижению стратегических целей компании. Этот инструмент обеспечивает не только удобство для сотрудников и клиентов, но и способствует экологически чистому производству и устойчивому развитию компании.

Источники

1. Нгуен Фук Хау, Зарипова Р.С., Нгуен Тхи Тху. Применение технологии распознавания голоса для управления системой включения/выключения электричества в доме / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 167-170.
2. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.
3. Лучинкин В.Л., Зарипова Р.С. Перспективы применения нейронных сетей в энергетике / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 77-80.
4. Смирнов Ю.Н., Марданова А.М. Цифровое предприятие как модель потока создания стоимости // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: Национальная (с международным участием) научно-практическая конференция. Казань, 2022. С. 118-121.
5. Мустафин Р.Ф., Зарипова Р.С. Программное обеспечение для сервисного обслуживания клиентов / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 323-326.
6. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве:

материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ ESG В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ РОССИИ

Сутулов Д.С.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

Ditmards4@gmail.com

Науч. рук. доцент Уразбахтина Л.Р.

В статье рассмотрены актуальные вопросы экологически ориентированного подхода современного развития российской энергетики. В последние десятилетия «зеленая» энергетика получила широкое развитие по всему миру, что позволяет снизить отрицательное воздействие на окружающую среду, так как она не требует использования ископаемых топлив. В России в силу больших запасов ресурсов внедрение возобновляемых источников энергии происходит медленнее, чем в других ведущих странах в области «зеленой» генерации. Однако в последние годы наблюдаются попытки сократить отставание в этом направлении.

Ключевые слова: ESG, «зеленая» энергетика, возобновляемые источники энергии, экологическая повестка, развитие, экономика.

ESG – это сокращение, которое происходит от английских слов "Environmental, Social, Corporate Governance," что переводится как "экологическое, социальное и корпоративное управление." Это концепция, которая подразумевает более ответственное выполнение экологических требований и использование ресурсосберегающих технологий, чтобы уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Соблюдение экологических стандартов в этой концепции можно рассматривать как дополнительную социальную ответственность, так как добровольная готовность сохранять благоприятную экологическую обстановку способствует удовлетворению текущих потребностей, не навредив будущим поколениям. В контексте энергетики это может означать сокращение расхода топлива для производства электроэнергии и развитие возобновляемых источников энергии. Снижение расходов на топливо имеет экономически обоснованный эффект как для компаний, так и для всей отрасли, что не всегда верно для зеленой энергетики, так как ее инвестиции могут окупаться в более длительные сроки по сравнению с традиционными источниками энергии в России[1].

Внедрение концепций ESG (Environmental, Social, Governance) является новым и недостаточно распространенным явлением среди энергетических

компаний России. Однако все крупные игроки отрасли принимают во внимание экологические аспекты при составлении своей отчетности [2].

С точки зрения развития ESG-концепции в российской электроэнергетике можно выделить два подхода к сокращению отрицательного влияния энергетической отрасли на окружающую среду.

Первый подход - экономический, включает снижение фактического потребления топлива при сохранении объема производства, что приводит к уменьшению затрат на энергетические ресурсы и повышению операционной эффективности.

Второй подход - "зеленый", предполагает замену использования ископаемых источников энергии на возобновляемую энергетику, хотя это может быть не очень рентабельным и осуществляется в основном с использованием государственных программ [3].

Двумя способами можно сократить негативное воздействие на окружающую среду и одновременно сохранить уровень производства электроэнергии.

Первый способ – это уменьшение расхода топлива на единицу производимой электроэнергии.

Второй способ – это уменьшение потребления энергией электростанций для своих собственных нужд. Оба способа включают в себя не только простую экономию ресурсов электростанций, но и модернизацию оборудования и оптимизацию технологических процессов.

Таким образом, в экономической сфере энергетики можно достичь некоторых целей ESG-политики без формального декларирования. Наличие экономического фактора побуждает энергетические компании принимать меры по снижению негативного воздействия на окружающую среду, когда это приносит прямые финансовые выгоды. Таким образом, отсутствие активного интереса российских энергокомпаний к ESG-концепциям не означает, что они не заботятся о снижении негативного воздействия на окружающую среду, если это выгодно с финансовой точки зрения [4].

ESG-концепции все более активно внедряются в управление энергетическими компаниями России. В их годовых отчетах появляются не только заявления о принципах ESG, но и запланированные показатели и результаты достижения целей. Однако эти тенденции только начали формироваться и часто имеют разнонаправленный характер рассматриваемых показателей и методов их достижения.

В энергетической отрасли основными показателями, характеризующими ESG-повестку, являются сокращение использования ископаемого топлива для производства электроэнергии, снижение энергопотребления для внутренних нужд и замена тепловых источников генерации на безуглеродную энергетику.

Первые два направления в целом в отрасли показывают положительную тенденцию снижения углеродного следа, но скорость развития возобновляемых источников электроэнергии в России до сих пор остается невысокой.

В рамках программы ДПМ ВИЭ был достигнут ограниченный успех в развитии солнечной и ветряной генерации в 2021-2022 годах. Однако этот успех был временным и в условиях закрытия внешних рынков для оборудования в 2023 году, ухудшения финансового положения компаний и дефицита бюджета перспективы дальнейшего движения к углеродной нейтральности остаются неоднозначными [5].

Источники

1. Сафронов С.Б. ESG факторы – риски и возможности // Современные технологии управления. 2022. № 1 (97). [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esg-factoryriski-i-vozmozhnosti> (дата обращения: 23.09.202).

2. Афанасьев М.В., Уразбахтина Л.Р. Стратегия энергетической безопасности России в современных условиях // Приднепровский научный вестник. – 2023. – Т. 3, № 1. – С. 3-6.

3. Максимцев И.А., Сараханова Н.С., Клементовичус Я.Я. Предпосылки формирования низкоуглеродного тренда и его влияние на энергетический сектор // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2022. – № 1(133). – с. 7–17.

4. Уваров И.П., Воробьева И.В., Омельченко Д.П. (2022). Энергосбережение и экономика: взаимосвязь и противоречия // Kant. Т. 44, № 3. С. 84–89. <https://doi.org/10.24923/2222-243x.2022-44.13>

5. Петрова К.С. Корпоративное управление в контексте ESG // Инновации и инвестиции. 2022. № 7. [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korporativnoe-upravlenie-vkontekste-esg> (дата обращения: 24.09.2023).

«УМНЫЙ ГОРОД»: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Тарасов Н.Д.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия,

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В данной статье рассматриваются перспективы развития умных городов. Умный город – это концепция, основанная на применении современных технологий и инноваций для улучшения качества жизни горожан, оптимизации городской инфраструктуры и устойчивого развития городского пространства. Статья анализирует основные аспекты умного города, включая использование интернета вещей, больших данных, искусственного интеллекта и мобильных технологий. Рассматриваются примеры успешной реализации умных городских проектов по всему миру, их преимущества и вызовы, с которыми они сталкиваются.

Ключевые слова: умный город, информационные технологии, инновации, анализ данных, интернет вещей.

Тема умных городов приобретает все большую актуальность в свете увеличения городского населения и потребности в эффективном управлении городскими ресурсами.

Умные города представляют собой модель использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и различных методов электронной обработки данных с целью оптимизации городского управления и повышения качества предоставляемых услуг населению [1, 2].

Понятие «умного города» охватывает различные понятия, однако следующие общие критерии являются некоторыми из ключевых характеристик, которые определяют город как «умный»:

1. Инновационная экономика: Адаптивная и устойчивая экономическая структура, способная создавать новые возможности трудоустройства и эффективно распределять ресурсы [3].

2. Прогрессивное управление: Демократичная и открытая структура управления с активным использованием цифровых технологий и данных для принятия обоснованных решений.

3. Качественное проживание: экологически устойчивая, доступная и безопасная жизнь, обеспечивающая доступ к социальным, медицинским и образовательным услугам.

4. Продвинутая мобильность: Эффективная и надежная транспортная и общесетевая коммуникация, которая активно применяет различные виды транспорта [4].

5. Экологически ответственная среда: продуманное использование природных ресурсов, включая систему управления отходами и контроль загрязнения.

6. Осведомленные граждане: Образованные и открытые к новым знаниям граждане, которые играют активную роль в жизни города и формировании его будущего.

Существуют разные подходы к определению «умного города», но основной идеей является усиление связи между городскими службами, горожанами и общественными пространствами [5]. Это включает в себя использование технологий Интернета вещей для осуществления связи между городской инфраструктурой и горожанами, а также для сбора и анализа данных для прогнозирования потребностей и повышения эффективности услуг [6].

Перспективы развития умных городов включают в себя улучшение инфраструктуры и работы служб, снижение энергопотребления и загрязнения, а также способствуют социальному и экономическому процветанию. Это затрагивает абсолютно всё – от умного освещения и транспорта до искусственного интеллекта и больших данных, которые могут быть использованы для управления городскими ресурсами и службами более эффективно [7].

В то время как перспективы внедрения умных городов обещают множество преимуществ, необходимо также учитывать возможные отрицательные эффекты и опасности. В частности, необходимо тщательно учитывать вопросы безопасности и конфиденциальности, а также обеспечивать доступность и устойчивость этих технологий для всех горожан. Внедрение технологии умного города представляет собой ряд проблем. Это включает в себя проблемы безопасности и конфиденциальности, связанные с сбором и использованием больших объемов данных, а также проблемы, связанные с устойчивостью и доступностью таких технологий.

Таким образом, очевидна необходимость активного внедрения умных технологий в городскую среду. Умные города – это не только технологические инновации, но и социальные и экономические изменения, направленные на улучшение качества жизни горожан и создание устойчивой городской среды.

Источники

1. Басаргин В.Я., Зарипова Р.С., Пырнова О.А. Влияние цифровых технологий на урбанизацию / Цифровая культура открытых городов: материалы

Международной научно-практической конференции. Екатеринбург. 2018. С. 13-15.

2. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

3. Нгуен Фук Хау, Зарипова Р.С., Нгуен Тхи Тху. Применение технологии распознавания голоса для управления системой включения/выключения электричества в доме / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 7. С. 167-170.

4. Рочева О.А., Рочева Я.О. Анализ условий жизни населения России / Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование: материалы Международной научно-технической конференции. Казань, 2023. Т.2. С. 551-554.

5. Овсеенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

6. Гнездицкий М.А., Зарипова Р.С. Промышленный интернет вещей как механизм реализации концепции "Индустрия 4.0" / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 193-196.

7. Варенов, А. А. Некоторые способы сбережения материальных и энергетических ресурсов в электроаппаратостроении / А. А. Варенов, В. В. Максимов, О. В. Воркунов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 227-229.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ

¹Фальченко А.Д., ²Наталевич М.В.

БНТУ, г. Минск, Беларусь

¹afalcenko553@gmail.com, ²natalevich.mary@mail.ru

Науч. рук. к.э.н. доцент Манцера Т. Ф.

В тезисе раскрыто понятие цифровизации энергетики. Рассмотрены тенденции развития цифровой трансформации в нашей стране и в Европе. Рассмотрены приоритеты цифровизации энергетики в Республике Беларусь и в странах соседях.

Ключевые слова: цифровизация, энергетика, новые технологии, энергосистема, смарт-сети, цифровые платформы и инфраструктуры.

Цифровизация или цифровая трансформация в энергетике — это прежде всего создание новых бизнес-моделей, новых сервисов и рынков с опорой на возможности цифровой экономики. Для цифровой энергетики в приоритете определить новую бизнес-модель, потенциал которой открывается за счет коммуникаций, межмашинных взаимодействий, а также цифрового моделирования [1].

На текущий момент только в некоторых странах цифровизация энергетики достигает своего возможного максимума. В таких странах, как Болгария, Румыния и Греция уровень цифровизации энергетики заметно слабее, чем в других странах Европы. Это обусловлено рядом причин:

технические и инфраструктурные ограничения, которые затрудняют внедрение новых цифровых технологий в секторе энергетики. Например, устаревшая или недостаточная инфраструктура может затруднять подключение к сети умных счетчиков.

отсутствие достаточных инвестиций в сектор энергетики, что может быть причиной отставания в цифровизации. Внедрение новых технологий требует финансовых ресурсов для приобретения оборудования и разработки инфраструктуры.

политические и регуляторные факторы также могут играть роль в отставании в цифровизации энергетики. Некоторые страны могут иметь неэффективные процедуры лицензирования и регулирования, которые затрудняют внедрение новых технологий.

В Республике Беларусь можно выделить следующие тенденции развития цифровизации энергетики:

1. внедрение smart-сетей. Беларусь активно работает над созданием smart-сетей, которые позволяют управлять и отслеживать энергосистему на основе цифровых технологий. Это позволяет улучшить эффективность использования энергии, оптимизировать расходы и обеспечить более надежное энергоснабжение;

2. развитие системы учета энергоресурсов. Цифровые технологии позволяют вести точный учет потребления энергоресурсов как на уровне отдельных домов и предприятий, так и на уровне всей энергосистемы. Это позволяет выявлять и устранять потери энергии, а также эффективно планировать и управлять энергетическими ресурсами;

3. внедрение системы мониторинга и управления энергоэффективностью. Цифровые технологии позволяют создавать системы мониторинга и управления энергоэффективностью, что позволяет отслеживать и анализировать энергопотребление, определять энергетические узкие места и разрабатывать меры по их устранению.

4. развитие рынка энергетических услуг. Цифровизация энергетики способствует развитию рынка энергетических услуг, таких как энергоаудит, консалтинг по энергоэффективности, внедрение инновационных технологий и решений в сфере энергетики. Это создает новые возможности для предприятий и организаций, связанных с энергетикой, и способствует развитию инновационного потенциала страны;

5. развитие возобновляемой энергетики. Цифровые технологии играют важную роль в развитии возобновляемой энергетики в Беларуси. Они позволяют контролировать работу солнечных и ветровых электростанций, оптимизировать процесс производства энергии и интегрировать возобновляемые источники энергии в энергосистему;

6. внедрение системы управления энергосистемой. Цифровые технологии позволяют создать систему управления энергосистемой, которая обеспечивает более эффективное распределение энергии, управление нагрузками и предотвращение аварийных ситуаций. Это повышает надежность работы энергосистемы и обеспечивает стабильное энергоснабжение;

В странах-соседях Беларуси также наблюдается тренд развития цифровизации энергетики. Например, в РФ проводятся работы по созданию цифровых энергетических платформ, внедрению систем управления энергосистемой и развитию электромобильной инфраструктуры. В западноевропейских странах проводятся работы по созданию цифровых платформ и сервисов, которые предоставляют потребителям информацию о своем энергопотреблении и позволяют управлять своими энергоресурсами.

На региональном уровне также отмечается рост цифровизации энергетики. Так, в Минске, внедряются системы умного управления

энергосистемой, которые позволяют контролировать энергопотребление. Также проводятся работы по созданию цифровых платформ и сервисов, которые предоставляют информацию о потреблении электроэнергии и позволяют управлять энергоресурсами.

Приоритеты цифровизации энергетики в Беларуси:

1. Внедрение систем умного управления энергосистемой, которые позволяют отслеживать и контролировать энергопотребление в режиме реального времени и оптимизировать работу энергосистемы, снизить потери энергии и повысить ее эффективность.

2. Создание цифровых платформ и сервисов, которые предоставляют информацию о потреблении электроэнергии и позволяют управлять энергоресурсами. Это позволяет потребителям более точно контролировать свое потребление электроэнергии и принимать меры по его оптимизации.

3. Внедрение систем умного учета энергоресурсов, которые позволяют более точно контролировать потребление электроэнергии и принимать меры по его оптимизации. Это позволяет снизить избыточное потребление энергии и повысить энергоэффективность.

4. Развитие цифровых технологий для управления энергосистемой и оптимизации потребления электроэнергии. Это включает в себя разработку новых алгоритмов и программного обеспечения, а также использование современных технологий.

В целом, развитие цифровизации энергетики в Беларуси способствует повышению энергоэффективности, снижению потребления энергоресурсов и развитию инновационного потенциала страны. Это позволяет создать более устойчивую, экономически эффективную и экологически безопасную энергетическую систему.

Источники

1. О сути цифровой энергетики, о различиях между автоматизацией и цифровизацией, о человеческом измерении цифрового перехода [Электронный ресурс] https://medium.com/internet-of-energy/b7b196140c22__ (дата обращения 22.09.2023).

2. Потенциал цифровизации в электроэнергетической экосистеме: урок, извлеченный из сравнения Германии и Дании [Электронный ресурс] <https://energyinformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s42162-021-00168-2> (дата обращения 24.09.2023).

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ИСТОРИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ.

Фаттахова А.А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

tvlolinka@gmail.com

Науч. рук. доц. Гибадуллина Р. Н.

В тезисе изложены некоторые особенности преподавания истории в техническом университете, предложены методы работы, повышающие эффективность преподавания и уровень знаний студентов.

Ключевые слова: история, высшее техническое образование, преподавание истории, педагогика.

На данный момент изучение дисциплин «История (История России, Всеобщая история)» является обязательным и необходимым при получении высшего образования в любом университете нашей страны. Это обусловлено тем, что независимо от будущей профессии студент будет работать в обществе, требующим от него соблюдение определенных социальных норм [1]. История учит анализировать ситуации, произошедшие в прошлом, и, основываясь на этом знании, принимать те или иные решения. И, конечно же, история прививает гуманистические ценности и идеалы, вырабатывает гордость за Отчизну.

Наибольшую сложность преподавания истории представляет необходимость подстраивать программу под уровень знаний студентов. Например, студент гуманитарного направления имеет при поступлении обширные знания по истории, полученные им самостоятельно при изучении специальной исторической литературы, научных монографий или же хорошую базовую подготовку в школе. А студент-иностранец, обучающийся на техническом направлении, с полным отсутствием знаний по истории именно нашей страны, не сможет успевать за обычным темпом программы, которая изобилует невероятным количеством новой для него информацией (даты, события, имена, сражения) и, как следствие, не сможет усвоить программу в полном объеме [2]. Получается, что один обладает высокой планкой, а второй – нулевой, но преподаватель, скорее всего, будет ориентироваться на средний уровень. В итоге оба студента могут остаться недовольными: первый может потерять интерес, а второй просто ничего не поймет и не запомнит. Поэтому,

лучше если преподаватель будет проводить персонализированное обучение по группам или отдельным студентам [3].

Разберем ситуацию в техническом вузе: зачастую студенты в школьные годы уделяют больше времени на необходимые для поступления предметы, а история отходит на второй план, поэтому им необходим базовый курс, который нужно начинать с повторения школьной программы в укороченном варианте. Уделить внимание самым важным датам и событиям, дать их студенту в упрощенной и легкой для восприятия форме, чтобы напомнить то, что он уже знал, но забыл. Для решения таких задач лучше всего подходят исторические фильмы, конспекты, таблицы, глоссарии и презентации рефератов [4].

Студенты лучше разбираются в том, что они понимают, поэтому нет смысла заставлять их заучивать огромный объем информации в короткий срок. Лучше подавать информацию в формате «причина-следствие» или обсуждения отдельных спорных проблем [5]. С этой задачей отлично справляются графики и таблицы, в которых информация описана кратко, но четко обоснована и понятна. К такой таблице можно прикладывать развернутый текст, чтобы знания не были сухими и поверхностными. После прочтения студенту будет удобно повторять и вспоминать изученный объемный материал, ведь базовые знания, полученные из таблицы, будут продублированы и закреплены более глубоким и содержательным материалом.

Семинары, игры, работа в группах и свободное обсуждение пройденного материала в конце пары – важные инструменты в работе со студентами. Мало кому будет интересно просто сидеть на лекции и переписывать информацию, а ведь интерес – важная часть обучения [6]. Многие люди полюбили определенные предметы лишь потому, что им нравилось находиться на этих занятиях. Потому запись под диктовку никогда не станет полноценным знанием, а пара, проведенная за обсуждением темы, может закрепить материал на долгие годы.

Студентам технических университетов не столько нужны выученные наизусть даты в отрыве от исторических событий (хотя самые важные знать все-таки нужно), а сколько важно понимать сам исторический процесс, взаимосвязь уже прошедших событий и даже отдаленные их последствия, уметь объяснить важнейшие исторические факты и эпохи, понимать и уметь оценивать деятельность исторических личностей. И именно такие знания смогут выработать критическое мышление, расширить кругозор и толерантность, так важные для успешной карьеры в современном мире.

Источники

1. Козлова О.В., Сыченкова А.В. Преподавание истории в техническом вузе: современные подходы в рамках требований новых ФГОС // Теория и практика общественного развития. 2013.

2. Губанова Т.В., Максимова О.В. Особенности формирования исторических представлений у иностранных учащихся (из опыта преподавания истории иностранным студентам подготовительного курса) // Концепт. 2016. Т. 42.

3. Гибадуллина Р.Н. Персонализированное обучение в вузе // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: национальная (с международным участием) научно-практическая конференция, Казань, 19–20 мая 2022 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. С. 285-290.

4. Хуторова Л. М. Особенности подготовки и представления презентаций рефератов с использованием мультимедийных средств по дисциплине "История" студентами технических направлений // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2013. № 4(19). С. 144-146.

5. Гибадуллина Р.Н., Садыкова А.С. Мифологизация как элемент пропаганды в годы гражданской войны В сборнике статей: Гражданская война в регионах России: социально-экономические, военно-политические и гуманитарные аспекты. Удмуртский институт истории, языка и литературы; Удмуртский государственный университет. 2018. С. 35-39.

6. Табейкина, Е. К. Применение эмоциональных и интеллектуальных средств для развития познавательной деятельности студентов при изучении истории // Внедрение научных исследований в образовательный процесс вуза: материалы II Международного Круглого стола, посвященного Дню преподавателя высшей школы, Казань, 18 ноября 2022 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2023. С. 259-262.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОДКЛЮЧЕНИЯ КЛИЕНТОВ К СЕТИ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Хайруллин Б.К.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р. С.

В статье рассмотрен процесс проектирования и разработки информационно-аналитической системы для мониторинга и анализа подключения клиентов к сети сотовой связи. С увеличением числа абонентов в сотовых сетях неотъемлемой частью бизнес-процесса операторов связи становится эффективное управление процессами мониторинга и анализа активности клиентов. Данная система помогает операторам быстро реагировать на изменения активности клиентов, снижать риски и улучшать обслуживание абонентов. Статья подчеркивает важность разработки базы данных и применение информационных технологий для оптимизации процессов в области сотовой связи.

Ключевые слова: информационная система, сотовая связь, мониторинг клиентов, оптимизация бизнес-процессов, база данных, информационные технологии.

В настоящее время сфера сотовой связи активно развивается, растет количество клиентов, подключающихся к сетям мобильной связи. Для успешной работы в этой сфере операторам мобильной связи необходимо эффективно управлять процессами мониторинга и анализа подключения клиентов к сетям сотовой связи.

Для оптимизации деятельности операторов связи, проектирование и разработка информационно-аналитической системы для мониторинга подключения клиентов становится актуальной задачей [1, 2]. Эта система позволит операторам сотовой связи быстро и эффективно отслеживать активность клиентов, а также анализировать их потребительское поведение.

Анализ подключения клиентов и их активности в сети сотовой связи является важной частью бизнес-процесса операторов связи. Данные системы позволят операторам следить за нагрузкой в сети, выявлять аномалии и проблемы, а также предоставлять клиентам более качественное обслуживание[3]. Информационные технологии и аналитические инструменты становятся ключевыми компонентами успешного управления подключением клиентов в сети сотовой связи. Автоматизация процессов мониторинга и

анализа помогает операторам снизить риски и оптимизировать свою деятельность в условиях быстрого развития рынка сотовой связи.

Информационно-аналитическая система для мониторинга подключения клиентов к сети сотовой связи также имеет потенциал усовершенствовать и оптимизировать процессы в данной области. Прежде всего она ускорит процесс принятия решений операторами сотовой связи. Это позволит им быстро реагировать на изменения в активности клиентов, расширять сети, и улучшать обслуживание абонентов. Помимо этого, информационно система сможет предоставлять операторам важные данные для оптимизации бизнес-процессов. Снижение рисков также является ключевым аспектом [4]. Информационно-аналитическая система может помочь операторам в идентификации уязвимых мест в сети, предотвращая отключения и сбои в работе.

Разработка базы данных (рис. 1) представляет собой ключевой этап в процессе создания информационной системы [5]. Этот этап требует внимательного учета всех необходимых данных, которые будут использоваться при составлении договоров на предоставление услуг связи между абонентами и операторами связи [6].

Особое внимание следует уделить дизайну базы данных, чтобы обеспечить ее легкое масштабирование в будущем без необходимости кардинально менять всю систему. Кроме того, тестирование данной базы данных имеет критическое значение, так как сбои или недоступность муниципальных информационных систем могут вызвать массовое недовольство среди населения. Только после убедительного подтверждения надежности системы она может быть успешно внедрена.

Информационная система реализована в виде Web-портала, куда и будет интегрирована данная система. Для разработки использованы инструментальные средства: Visual Studio 2022, Microsoft SQL Server, C# / Spring.NET. Фреймворк Spring.NET основан на идее Inversion of Control (IoC) и Dependency Injection (DI). Он предоставляет разработчикам широкий набор инструментов и функций для создания гибких, модульных и расширяемых приложений. А также был использован фреймворк ASP.NET, который позволяет разрабатывать динамические веб-приложения и веб-сайты.

Таким образом, данная информационная система упростит и ускорит процесс подключения новых абонентов к сети сотовой связи, повысит эффективности работы операторов связи, а также улучшит пользовательский опыт новых абонентов.

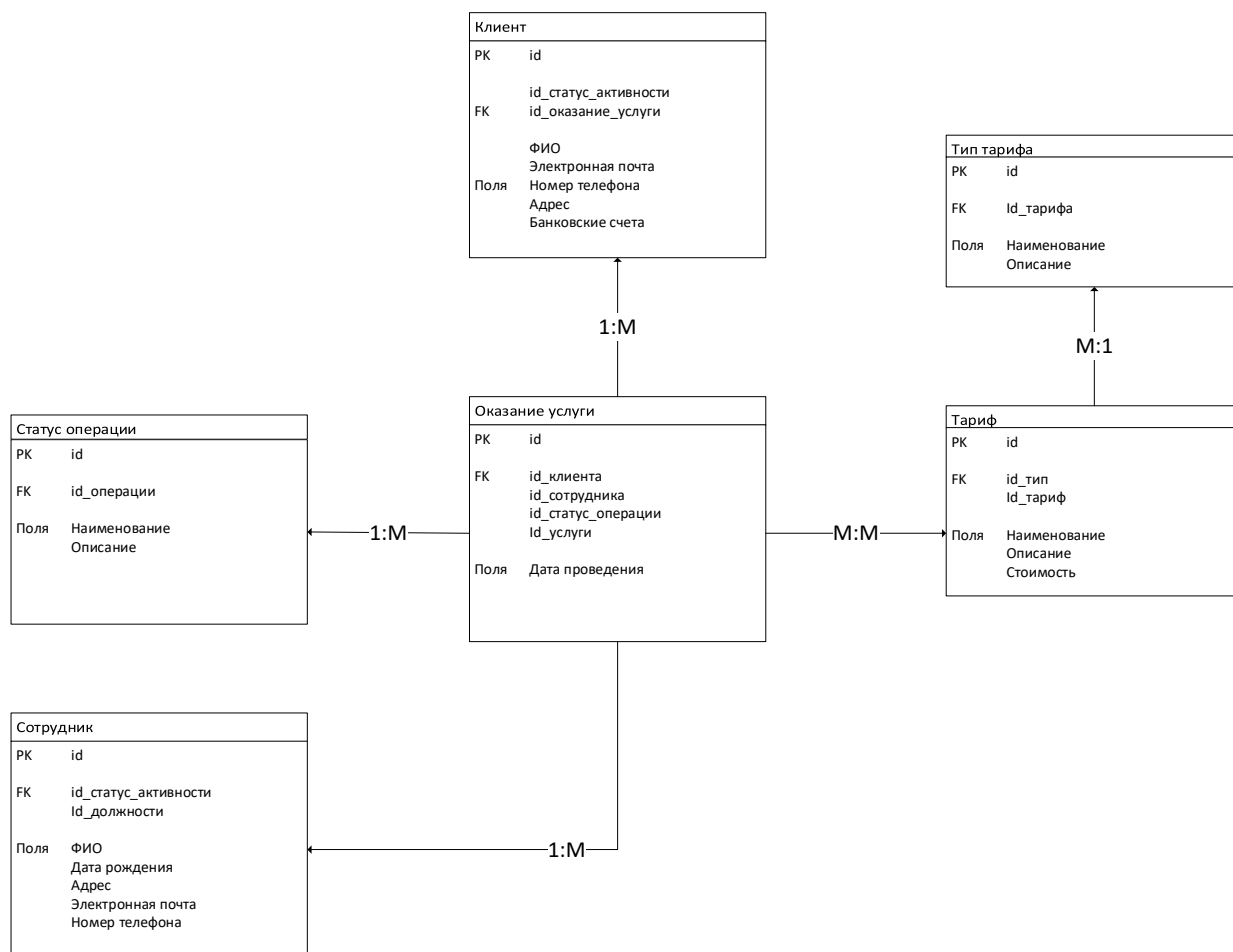


Рис. 1. Информационно-логическая модель базы данных

Источники

1. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливо-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. КГЭУ. 2019. С. 37-42.

2. Емдиханов Р.А., Николаева С.Г. Основы правильного проектирования баз данных в веб-разработке / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 249-251.

3. Галиуллина Э.Р., Зарипова Р.С. Проблемы обеспечения информационной безопасности больших данных / Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе: сборник материалов II Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. Уфа, 2019. С. 243-246.

4. Емдиханов Р.А., Зарипова Р.С. Применение информационных систем для решения проблем современности / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 70-72.

5. Кадыров А.Ф., Николаева С.Г. Сравнительный анализ технологий проектирования баз данных / Формирование профессиональной направленности личности специалистов - путь к инновационному развитию России: сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 87-92.

6. Афанасьева Т.И. Беспроводная передача информации в воздушных линиях электропередачи среднего напряжения / Т.И. Афанасьева, О.В. Воркунов, В.К. Козлов // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике : XIV Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2019. – С. 195-199.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРВИСНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Хамидулин И. Р.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

khamidulin.ilgizar@yandex.ru

Науч. рук. доц. Будникова И.К.

В условиях быстро меняющейся энергетической отрасли, где требуется гибкость, масштабируемость и интеграция разнообразных систем, сервисно-ориентированная архитектура (SOA) становится ключевой стратегией проектирования энергетических систем. Эта статья исследует роль SOA в современной энергетике, предоставляя примеры применения и преимуществ, связанных с использованием этого подхода.

Ключевые слова: сервисно-ориентированная архитектура, энергетика, интеграция, эффективность, масштабируемость.

Современная энергетика стоит перед множеством вызовов, включая интеграцию возобновляемых источников энергии, управление сетями, обеспечение надёжности и эффективности. Сервисно-ориентированная архитектура представляет собой подход, который позволяет создавать гибкие, модульные и расширяемые системы, обеспечивая интеграцию различных компонентов и подсистем (см. рисунок) [1].

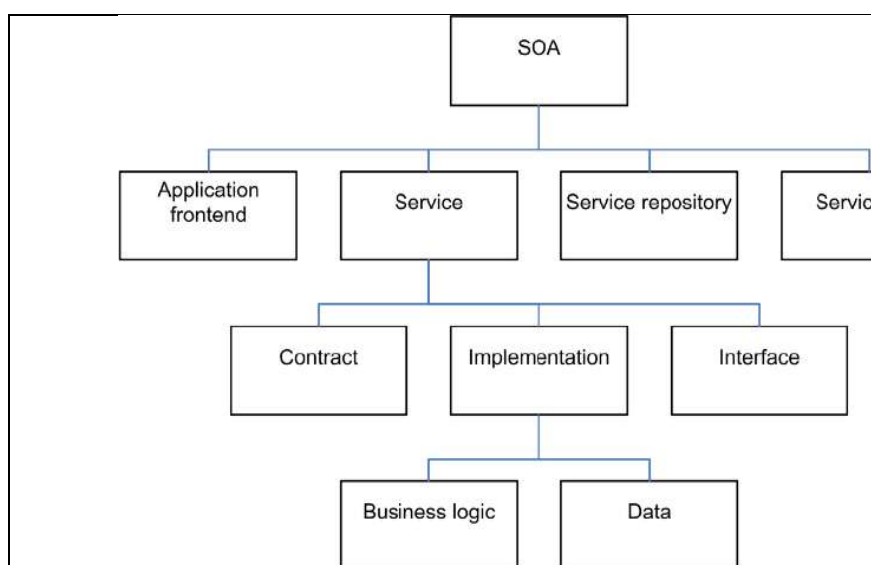


Рис. Элементы сервисно-ориентированной архитектуры

Сервисная система позволяет создавать гибкие, модульные и легко масштабируемые системы. Её ключевой особенностью является способность интегрировать различные компоненты и подсистемы, обеспечивая их взаимодействие и совместную работу. Важно отметить, что SOA не привязана к определенным технологиям, предметная область которой реализуется в виде отдельных модулей, которые могут быть определены как отдельными компонентами, так и веб-сервисами, и её применение может быть адаптировано к конкретным потребностям и требованиям системы [2].

Сервисно-ориентированная архитектура создает условия для создания независимых блоков бизнес-приложений, которые способны эффективно взаимодействовать между собой, несмотря на различия в платформах и языках программирования. Этот подход упрощает процессы интеграции и обмена данными.

Существует несколько протоколов общения сервисов, которые могут быть использованы в зависимости от потребностей. Некоторые из наиболее распространенных протоколов включают [3]:

1. SOAP (Simple Object Access Protocol) - это протокол, который используется для обмена сообщениями между сервисами. SOAP позволяет сервисам обмениваться структурированными сообщениями, которые содержат информацию о запросе и ответе. SOAP может использоваться для взаимодействия между сервисами, которые находятся на разных платформах и используют разные технологии.

2. REST (Representational State Transfer) - это архитектурный стиль, который определяет, как должны быть организованы и взаимодействовать сервисы. REST использует HTTP-методы (GET, POST, PUT, DELETE) для передачи запросов и ответов между сервисами. REST является более простым и гибким протоколом, чем SOAP, и подходит для большинства веб-приложений.

Процессы интеграции становятся более простыми и эффективными благодаря тому, что сервисы могут быть легко доступны и использоваться разными компонентами системы. Например, система управления энергопотреблением может взаимодействовать с системой мониторинга, чтобы получать актуальные данные о потреблении энергии. Это позволяет более точно регулировать энергопотребление и повышать эффективность системы [4].

Система предоставляет гибкость, необходимую для адаптации к изменяющимся потребностям в энергетике. Энергетическая инфраструктура может быть подвержена колебаниям в производстве, потреблении и внешним факторам. SOA позволяет быстро реагировать на эти изменения, а также легко добавлять новые компоненты или сервисы в систему. Это также обеспечивает

систему более адаптивной к новым технологическим решениям и экологическим стандартам облегчая управление данными и аналитику в энергетической системе, что может помочь в принятии более информированных решений что важно для оптимизации использования ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Например, в случае увеличения использования возобновляемых источников энергии, SOA позволяет легко интегрировать и управлять этими источниками, оптимизируя их вклад в общее энергетическое балансирование. Также, если потребность в энергии растет, систему можно масштабировать путем добавления новых вычислительных ресурсов или устройств [5-7].

Таким образом, сервисно-ориентированная архитектура является мощным инструментом для проектирования и управления современными энергетическими системами. Ее способность к интеграции, гибкости и масштабируемости делает ее важным элементом для обеспечения эффективности и устойчивости энергетических систем в условиях быстро меняющейся отрасли.

Источники

1. Данилов, А. В., Казаков, В. А., & Тельнов, Ю. Ф. (2010). Сервисно-ориентированная архитектура динамической интеллектуальной системы управления бизнес-процессами. // Открытое образование. 2010 № 6. С. 78-84.

2. Хамидулин И.Р. Цифровые технологии мониторинга профессиональных компетенций сотрудников IT компаний // XXVI Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар: материалы конференции. Казань. КГЭУ. 2023. Т. 3, С. 211 – 215.

3. Шор А.М. Сравнительный анализ подходов в разработке api веб-приложений // Student 2020 Т. 3, №. 9. С. 533-540.

4. Шибанов С.В., Яровая М.В. Обзор современных методов интеграции данных в информационных система: Труды Международного симпозиума «Надежность и качество» / 2010, С. 292-295.

5. Сидорова А. В. Python как инструмент оптимизации режима ГЭС в составе ЭЭС. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2021. Т. 13. № 2(50). С. 119-132.

6. Коршунов Е. А. Автоматизация процессов обслуживания энергетического оборудования с помощью специализированных программных решений // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. № 1(53). С. 65-75.

7. Сабитов, А. Х. Системы автоматического проектирования ЛЭП / А. Х. Сабитов, Д. Р. Нуриева // Развитие современных технологий: сборник статей III

Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. – С. 27-31.

ПОДХОДЫ К ПОНЯТИЯМ «РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ» И «ЭФФЕКТИВНОСТЬ» УПРАВЛЕНИЯ

Хананов Р. А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

raushanman@mail.ru

Науч. рук. доц., Уразбахтина Л. Р.

В статье проведен анализ различных научных и законодательных подходов к трактовке понятия «результативность» и его сопоставление с понятием «эффективность» управления. Сделано заключение о противоречии позиций по данному вопросу. Сформулирован вывод о том, результативность управления является составной частью эффективности управления, эффективность следует рассматривать как многогранное явление.

Ключевые слова: эффективность, результативность управления, оценка, издержки, средства.

На основании Национального стандарта РФ «Системы менеджмента качества» «эффективность» следует рассматривать как «соотношение между результатом, который достигнут, и ресурсами, которые были использованы», а «результативность» следует представлять как «степень того, насколько реализована запланированная деятельность и в какой мере достигнуты запланированные результаты». В соответствии с данным подходом, определение результативности осуществляется посредством сопоставления целевых показателей с результатами, которые достигнуты фактически. В то же время для определения эффективности целевые показатели к сведению не берутся — устанавливается лишь те, которые были потрачены на это.



Рис. 1. Взаимосвязь понятий «результативность» и «эффективность» в соответствии с Национальным стандартом РФ «Системы менеджмента качества»

Таким образом, исходя из Национального стандарта РФ, можно сделать вывод, что между результативностью и эффективностью есть взаимосвязь, которая обозначена на рисунке 1 [1].

На уровне законодательства мы также можем наблюдать дифференциацию понятий «эффективности» и «результативности». Например, в п. 14 ст. 50 ФЗ от 27.07.2004 № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе РФ» мы можем наблюдать перечисление этих терминов через союз «и», что доказывает этот факт[2]. В то же время, ни в данном нормативно-правовом акте, ни в Методике всесторонней оценки профессиональной служебной деятельности государственного гражданского служащего[3], где одним из показателей такой оценки выступает эффективность и результативность деятельности госслужащего, не осуществляется раскрытие сущности исследуемых понятий, а также их взаимосвязь. В то же время в отличие от методик, где осуществляется отождествление эффективности с результативностью, и ее оценка производится на основании конкретных сведений и показателей, производить оценивание эффективности и результативности деятельности госслужащих рекомендовано производить субъективно, применяя только категории оценочного типа: «крайне высокий уровень профессионализма», «высокий уровень профессионализма», «низкий уровень профессионализма», «крайне низкий уровень профессионализма» [4]. По нашему мнению, наилучшее соотношение понятий «эффективность» и «результативность» представлено на рисунке 2 [5].



Рис. 2. Содержание понятий «эффективности и результативности управления»

Сделаем вывод, что эффективность управления следует рассматривать как многомерное явление, включающее в себя установление взаимосвязи между используемыми ресурсами и достигнутыми результатами, а также используемыми ресурсами и минимально возможными затратами [6].

Эффективность управления включает в себя: эффективность работы государственных структур и эффективность оказания государственных услуг, а также эффективность работы госслужащего в целом. Определено, что в законодательстве РФ нету последовательности в определении содержания таких показателей, как "эффективность" и "результативность". Если в отдельно взятых нормативно правовых актах эффективность и результативность конкретизируются и применяются определенные показатели для их оценки законодателем, то в других же предлагается разделить данные понятия и давать им оценку субъективно. Такая ситуация негативно сказывается на такой важном институциональном институте, как эффективность управления.

Источники

1. Тимохов В. П. Историко-правовой генезис понятия эффективность // Вестник МГТУ. 2003. № 2. С. 412–431.
2. Васин С. М. Природа и сущность понятия эффективности системы управления предприятием // Вектор науки. 2022. № 4. С. 221–233.
3. Азрилиян А. Большой экономический словарь. / А. Азрилиян, О. Азрилиян, Е. Калашникова, О. Квардакова. М.: Институт новой экономики. 2020. 1472 с.
4. Дюдина О.В., Валеева Ю.С. Комплексная оценка эффективности развития торгового предприятия посредством использования системы менеджмента качества // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2013. № 3. С. 51-55.
5. Экономический словарь: Справочное издание / В. И. Нечаев, П. В. Михайлушкин. Краснодар: Атри, 2019. 464 С.
6. Поршнева А. Г., Разу М. Л., Тихомиров А. В. Менеджмент: теория и практика в России. М.: ИД ФБК ПРЕСС, 2018. 528 с.

РОЛЬ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Чугайнова А.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

cugainovaa23@yandex.ru

Науч. рук. доц. Дюдина О.В

В статье рассматривается роль энергоменеджмента в контексте повышения эффективности деятельности предприятия. Авторы анализируют современные подходы и методы управления энергопотреблением, а также их влияние на экономические и экологические показатели бизнеса. Особое внимание уделяется вопросам оптимизации использования энергии, снижению затрат и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. В статье также представлены успешные кейсы реализации энергоменеджмента на различных предприятиях и перспективы развития данного направления в будущем.

Ключевые слова: энергоменеджмент, эффективность, предприятие, потребление, показатели, энергооптимизация, затраты, окружающая среда.

В современном мире всё большее значение приобретает управление энергетическими ресурсами как фактор развития экономик различных стран [1]. На микроуровне конкурентоспособность и устойчивое развитие бизнеса также связано с данным фактором. В данном контексте этот фактор выступает инструментом повышения эффективности деятельности предприятий, который нашел реализацию в виде системы энергоменеджмента, внедряемой на предприятиях.

Энергоменеджмент – это процесс планирования, организации, контроля и регулирования потребления энергии на предприятии с целью оптимизации использования энергоресурсов, снижения затрат и минимизации воздействия на окружающую среду. Внедрение системы энергоменеджмента позволяет предприятиям контролировать энергопотребление, определять оптимальные источники энергии, оценивать эффективность использования энергоресурсов и разрабатывать стратегии энергосбережения.

Одним из основных аспектов энергоменеджмента является анализ потребления энергии и выявление наиболее энергоемких процессов и оборудования. На основе этого анализа разрабатываются мероприятия по оптимизации использования энергоресурсов, такие как модернизация

оборудования, внедрение энергосберегающих технологий и изменение производственных процессов.

Система энергоменеджмента направлена на реализацию ряда требований с помощью применения специальных методов, внедрение которых приводит к снижению себестоимости продукции за счет уменьшения затрат на энергоресурсы. Это является одним из факторов повышения конкурентоспособности продукции предприятия. Кроме того, оптимизация энергопотребления снижает выбросы парниковых газов и других вредных веществ в атмосферу, что положительно влияет на экологическую ситуацию [2].

Примеры успешного внедрения энергоменеджмента можно найти в различных отраслях промышленности. Один из наиболее известных случаев – это компания Apple, которая в 2016 году объявила о снижении энергопотребления своих дата-центров на 96% [3]. Этого удалось достичь благодаря использованию энергосберегающих технологий, таких как светодиодные лампы и системы управления климатом.

Автомобильная промышленность – еще одна сфера, где активно применяется энергоменеджмент. Компания Tesla, производящая электромобили, активно использует энергоменеджмент в процессе производства своих автомобилей. Это позволяет им не только снизить затраты на электроэнергию, но и уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу [4].

Также стоит отметить компанию Google, которая активно внедряет энергоменеджмент на своих дата-центрах. Благодаря этому, им удалось снизить потребление энергии на 40% по сравнению с 2005 годом.

Успешные кейсы внедрения энергоменеджмента показывают, что данный подход может значительно повысить эффективность деятельности предприятия и улучшить его экономические и экологические показатели.

Перспективы развития энергоменеджмента в будущем связаны с продолжением разработки и внедрения новых технологий и методов, направленных на повышение энергоэффективности, снижение зависимости от ископаемого топлива и уменьшение негативного воздействия на окружающую среду [5]. Также важной является работа по повышению осведомленности руководителей и сотрудников предприятий о значимости энергоменеджмента для устойчивого развития и конкурентоспособности бизнеса. Кроме того, необходимо продолжать исследования в области возобновляемых источников энергии и их интеграции в существующие энергосистемы.

В заключение стоит отметить, что энергоменеджмент является перспективным направлением развития предприятий, которое позволяет снизить зависимость от роста цен на энергоносители, уменьшить воздействие на окружающую среду и повысить конкурентоспособность бизнеса на рынке.

Источники

1. Валеева, Ю. С. Основные направления экологической политики страны / Ю.С. Валеева, О.В. Дюдина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2022. – № 3. – С. 17-24.
2. Организация энергосбережения (энергоменеджмент). Решения ЗСМК-НКМК-НТМК-ЕВРАЗ: учебное пособие / под ред. В. В. Кондратьева. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 108 с.
3. Окружающая среда // Apple URL: <https://www.apple.com/ru/environment/> (дата обращения: 23.09.2023).
4. Как Тесла собирает автомобили // ritaka.ru URL: <https://ritaka.ru/kak-tesla-sobiraet-avtomobili> (дата обращения: 23.09.2023).
5. Энергетический менеджмент: монография / И.Г. Ахметова, Л.Р. Мухаметова, Н.А. Юдина. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. – 146 с.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ: РОССИЯ НА ПУТИ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПЕРВЕНСТВУ

Шамсутдинова А. Э.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
alyabenks@gmail.com
Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

Статья рассматривает влияние цифровизации на энергетику и возможности России в достижении технологического лидерства. Основные аспекты включают в себя инвестиции в исследования, сбор и анализ данных, обучение кадров, сотрудничество с частным сектором, стандартизацию и кибербезопасность. Обсуждается перспектива России в области цифровой энергетики и её роль в будущем устойчивом энергетическом развитии.

Ключевые слова: цифровизация, энергетика, инвестиции, сотрудничество, стандартизация, устойчивое развитие.

Цифровизация – это термин, который проникает во все сферы человеческой деятельности [1-3]. Энергетика, как ключевой элемент современной жизни, не осталась в стороне от этой технологической революции. В последние десятилетия мир сталкивается с возрастающими вызовами в сфере энергетики, такими как изменение климата, увеличение потребления энергии и устаревшая инфраструктура. В этой статье мы рассмотрим, как цифровизация энергетики способствует решению этих проблем и как Россия вступает на путь к технологическому первенству.

Для достижения технологического первенства в сфере цифровизации энергетики, России необходимо активно инвестировать в научные исследования и разработки [4]. Инновационные проекты, направленные на создание новых технологий, смогут улучшить работу энергетических систем, сделать их более надежными и экологически чистыми [5]. Особое внимание следует уделить разработке собственных цифровых решений, специфических для российских условий, чтобы адаптировать их к уникальным климатическим и географическим характеристикам страны [6].

Цифровизация энергетики требует совершенствования инфраструктуры для сбора, хранения и анализа данных. Создание сетей передачи данных и центров обработки информации – это важный шаг на пути к оптимизации работы энергетических систем [7]. Стандарты кибербезопасности играют ключевую роль в защите критически важных энергетических инфраструктур от кибератак и неполадок.

Цифровизация требует наличия высококвалифицированных специалистов, способных разрабатывать, внедрять и поддерживать современные технологии [8]. Россия должна инвестировать в образование и подготовку кадров в области информационных технологий и энергетики. Это позволит стране не только воспользоваться собственными ресурсами, но и создать экспортный потенциал для российских технологий и экспертизы в сфере цифровой энергетики.

Частные компании играют важную роль в разработке и внедрении цифровых решений в энергетической сфере. Партнерство между государством и частным сектором может ускорить процесс цифровизации, привлечь дополнительные инвестиции и опыт. Российские энергетические компании могут внедрять инновации на практике, а затем масштабировать успешные решения для общей пользы.

Развитие стандартов и нормативов для цифровой энергетики важно для обеспечения совместимости различных систем и оборудования. Они также способствуют прозрачности и уменьшению рисков внедрения новых технологий. Россия должна активно участвовать в международных инициативах по стандартизации цифровой энергетики и привносить свой опыт и видение в этот процесс.

Цифровизация энергетики – это ключевой фактор в обеспечении устойчивого и эффективного энергоснабжения в будущем. Россия, имея богатые энергетические ресурсы и технологические возможности, имеет потенциал стать лидером в области цифровой энергетики. Для этого необходимо инвестировать в исследования и разработки, развивать инфраструктуру, обучать квалифицированных кадров и сотрудничать с частным сектором. Участие в создании стандартов и нормативов также поможет России воспользоваться преимуществами цифровой энергетики. Россия на пути к технологическому первенству в области энергетики и способна создать устойчивое и эффективное энергетическое будущее.

Источники

1. Зарипова Р.С., Мустафин Р.Ф. Технологический суверенитет современной России и перспективы его дальнейшего развития / Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 176-178.

2. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве:

материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

3. Емдиханов Р.А., Зарипова Р.С. Применение информационных систем для решения проблем современности / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 70-72.

4. Кашаев Р.С., Овсеенко Г.А. Применение искусственного интеллекта для решения задач классификации дефектов деталей в отрасли приборостроения / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы VI Национальной научно-практической конференции, в 2 т. Казань, 2020. С. 12-14.

5. Антипова Т.С., Зарипова Р.С. Основные направления импортозамещения в сфере информационных технологий в условиях санкций / Инновационное развитие экономики. Будущее России: материалы и доклады VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 142-145.

6. Марданова А.М., Смирнов Ю.Н. Цифровая трансформация нефтяной промышленности как инструмент преодоления негативных последствий санкций / Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты: сборник научных трудов по материалам 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 292-295.

7. Дронина А.А., Зарипова Р.С. Современные проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса / Технологический суверенитет и цифровая трансформация: материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2023. С. 138-140.

8. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОЗДАНИЯ ЗОНЫ ОТДЫХА В ОФИСЕ

Шиховцева А.Н.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

eryomenko.alina2016@yandex.ru

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В данной статье рассматривается разработка математического обеспечения для расчета показателей создания зоны отдыха в офисе. Разработке математического обеспечения предшествовали этапы изучения предметной области методами реинжиниринга бизнес-процессов. Цель работы – выработка методов совершенствования деятельности предприятия путем внедрения процессно-задачной технологии управления. Произведено обоснование экономической и управленческой эффективности внедрения задачи.

Ключевые слова: математическое обеспечение, зона отдыха, оптимизация, производительность сотрудников, офис, расчет показателей.

Большую часть времени люди проводят на рабочем месте. Работа без перерывов вредит не только личной эффективности, но и общему успеху компании. Переутомление на рабочем месте выливается в хронический стресс, который приводит к профессиональному выгоранию, что, в конечном итоге, отрицательно сказывается на результатах. Таким образом, для повышения производительности важно поощрять сотрудников, делать небольшие перерывы во время рабочего дня, для выполнения таких задач отлично подходит комната отдыха.

В ходе рассмотрения бизнес-процесса «Социальное обеспечение» был разработан алгоритм решения бизнес-задачи «Расчет показателей создания зоны отдыха в офисе» (см. рисунок).

Проектирование математического обеспечения включает в себя построение математических моделей, выбор или разработка методов решения задач автоматизированной обработки данных. Оптимизационные задачи позволяют найти оптимальное значение параметров из заданной области допустимых значений, определяющих конкретное управленческое решение относительно выбранных критериев качества управления [1, 2].

При проектировании математического обеспечения реализации задачи «Расчет показателей создания зоны отдыха в офисе» необходимо решать задачу увеличения прибыли вследствие увеличения производительности сотрудников с ограничениями на финансы. При этом важно учитывать, что на реализацию

заказа предприятие имеет некоторый объем финансовых средств[3]. Предварительно следует произвести системный анализ текущих финансовых ресурсов, прибыли компании до внедрения зоны отдыха, а затем и после внедрения. Полученные данные помогут оценить целесообразность введения в деятельность предприятия спроектированной задачи.

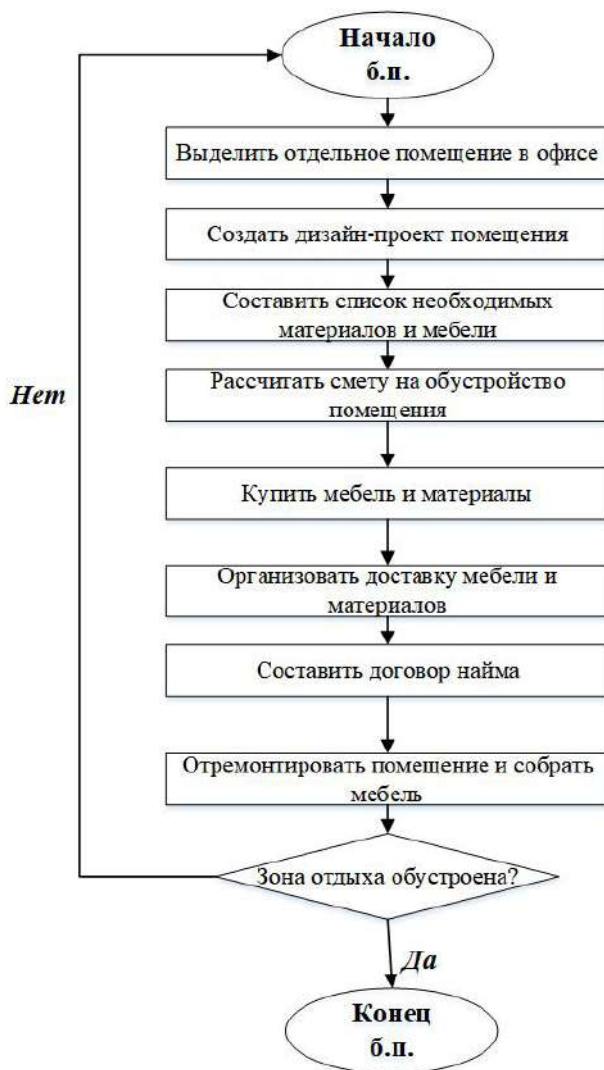


Рис. Алгоритм решения бизнес-задачи «Расчет показателей создания зоны отдыха в офисе»

Введем следующие обозначения: Q – объем финансовых ресурсов, выделенных на создание зоны отдыха; z – прибыль компании, зависящая от производительности сотрудников; x_i – доход компании после внедрения зоны отдыха (искомый параметр); p_i – часовая прибыль компании i -го сотрудника; t_i – время работы i -го сотрудника; k_i – количество больничных i -го сотрудника; g_i – стоимость выплаты по больничному i -го сотрудника; b_j – объем закупки j -го материала (искомый параметр); y_j – рыночная цена на j -ый материал; d_i, D_i –

минимальный и максимальный уровень производительности каждого работника (производительность до внедрения зоны отдыха и после).

Посмотрим математическую модель решения задачи:

$$z = x_i - \sum_{j=1}^m y_j \cdot b_j \rightarrow \quad (1)$$

где

$$x_i = \sum_{i=1}^n p_i \cdot t_i - k \quad (2)$$

Введем ограничения на модель:

затраты на закупку ресурсов (мебели, материалов) не должны превышать объема имеющихся финансовых средств;

оптимальный уровень производительности каждого сотрудника должен быть положительным;

план закупки материалов должен быть неотрицателен.

Тогда результатом решения математической задачи будут являться: прибыль от реализации плана – z ; доход компании после внедрения зоны отдыха – x_i ; необходимые объемы закупаемых ресурсов каждого вида – b_j .

С помощью оптимизированной системы улучшится работоспособность сотрудников, улучшит имидж компании, а также оптимизирует использование площадей предприятия, решение задачи создания зоны отдыха в офисе повысит производительность работников, вследствие чего увеличится прибыль компании.

Таким образом, данный программный продукт увеличивает эффективность бизнес-процессов, улучшает отчетность, уменьшает затраты, усиливает конкурентоспособность, повышает эффективность труда.

Источники

1. Гараев И.А., Зарипова Р.С. Автоматизация процесса решения экономических и математических задач методом Крамера / Наука Красноярья. 2021. Т. 10. № 3-3. С. 55-59.

2. Емдиханов Р.А., Зарипова Р.С. Применение информационных систем для решения проблем современности / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 70-72.

3. Мунирова Э.Д., Зарипова Р.С. Цифровая культура в информационном обществе / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 184-187.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПУТЬ К ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ПРОГРЕССУ

Шыхалиева Э.Л.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

elmira13012002@mail.ru

Науч. рук. доц. Дюдина О.В.

В тезисе говорится о проблемах и перспективах развития энергетики, а также о необходимости использования новых технологий для обеспечения устойчивого развития мировой экономики.

Ключевые слова: энергетика, ресурсы, возобновляемые источники энергии, эффективность использования ресурсов, управление энергосистемами, инновационные технологии.

В настоящее время энергетика является одной из ключевых отраслей экономики, которая играет важную роль в обеспечении жизнедеятельности людей и развитии мировой экономики. Одним из важнейших факторов успеха в области энергетики является применение инновационных технологий. Они приносят новые возможности и совершают революцию в отрасли, создавая путь к экономическому прогрессу. Однако, несмотря на это, инновационные технологии в энергетике все еще находятся в стадии развития и нуждаются в дальнейшем совершенствовании для достижения более высоких результатов. В данной статье мы рассмотрим, как инновации в энергетике влияют на экономику и каковы перспективы их развития.

Одной из главных проблем в области энергетики является ограниченность ресурсов, таких как нефть, газ и уголь. Для решения этой проблемы необходимо использовать новые источники энергии, такие как солнечная, ветровая, гидроэнергетика и другие возобновляемые источники. Кроме того, необходимо повышать эффективность использования уже существующих источников энергии[1].

Еще одной проблемой является высокая стоимость производства электроэнергии. Для снижения затрат на производство электроэнергии можно применять различные методы, например, использование более эффективных технологий или переход на более дешевые виды топлива.

Возможно развитие возобновляемых источников энергии:

- Солнечная энергия: солнечные панели и технологии концентрированного солнечного излучения становятся все более

эффективными и доступными. Использование солнечной энергии позволяет сократить зависимость от традиционных источников и снизить экономические затраты на энергетику.

- Ветроэнергетика: современные ветрогенераторы и технологии хранения энергии позволяют эффективно использовать ветровые ресурсы и снизить экономическую нагрузку на производство энергии.

- Гидроэнергетика: развитие малых источников гидроэнергии и волноэнергетики открывают новые возможности для производства экологически чистой энергии, что благоприятно влияет на экономику и окружающую среду.

Также важно развивать системы управления энергетическими системами, которые позволят оптимизировать работу всей энергетической системы в целом. Это позволит снизить затраты на энергию и повысить ее качество [2].

Смарт-гриды и энергоэффективность:

- Внедрение смарт-гридовых технологий позволяет улучшить эффективность распределения энергии и оптимизировать потребление, что способствует экономическому росту.

- Использование энергоэффективных технологий в промышленности, зданиях и транспорте позволяет снизить потребление энергии и снизить экономические затраты.

Беспилотные системы и энергетическая автономия:

- Применение беспилотных систем в энергетике позволяет улучшить безопасность, надежность и эффективность энергосистем.

- Развитие технологий хранения энергии, таких как литий-ионные аккумуляторы и водородные технологии, содействует повышению энергетической автономии и устойчивости, что положительно сказывается на экономике [3].

Наконец, необходимо продолжать исследования и разработки новых инновационных технологий в области энергетики. Только так можно достичь более высоких результатов и обеспечить устойчивое развитие мировой экономики [4].

Таким образом, инновационные технологии в энергетике являются необходимым условием для экономического прогресса. Они позволяют снижать затраты на производство электроэнергии, повышать эффективность использования ресурсов и разрабатывать новые технологии, что способствует развитию не только энергетики, но и других отраслей экономики.

Источники

1. Renwex: сайт. – URL: <https://www.renwex.ru/ru/ii/vozobnovlyаемая-ehnergetika/?ysclid=lmт6рllp2d762241402> (дата обращения: 18.09.2023)
2. Стребков Дмитрий Семенович, Шогенов Юрий Хасанович, Бобовников Николай Юрьевич Повышение эффективности солнечных электростанций // Вестник МГУ. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-solnechnyh-elektrostantsiy> (дата обращения: 20.09.2023).
3. Тыныбаев С.К., Байсеитов Г.Н., Тойбазаров Д.О. Оценка и выбор источников питания беспилотных летательных аппаратов // E-Scio. 2020. №4 (43). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-vybor-istochnikov-pitaniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 21.09.2023).
4. Валеева, Ю.С. Основные направления экологической политики страны / Ю.С. Валеева, О.В. Дюдина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. 2022г., № 3. – С. 17-24.

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОСОБЕННОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Юнусова Л.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г.Казань, Россия

liana_yunusova_03@mail.ru

Науч. рук. доц. Мухаметова Л.Р.

В условиях современной экономики компании в различных сферах деятельности обязаны использовать маркетинговые инструменты и подходы. Данная статья описывает особенности маркетинга, применяемого в энергетической сфере, с учетом специфики производимой ими продукции.

Ключевые слова: маркетинг, энергетические компании, энергетика, потребности, компании, монополия.

Маркетинговые исследования в энергетике являются присущей частью развития и плодотворности этой отрасли. Энергетические компании часто сталкиваются с вызовами, связанными с изменяющимися рыночными условиями, регулированием и потребительскими предпочтениями. В такой изменяющейся среде необходимость в систематическом исследовании рынка становится ключевым инструментом для прогнозирования и планирования деятельности компаний.

Одной из главных целей маркетинговых исследований в энергетической отрасли является определение потребностей и предпочтений потребителей. Разработка продуктов и услуг, которые удовлетворяют эти потребности, позволяет компаниям предложить решения, соответствующие требованиям рынка. С помощью анализа данных о предпочтениях клиентов, конкурентной обстановке и экономических факторах, энергетические компании могут разработать целевую стратегию, направленную на удержание текущих клиентов и привлечение новых, а также оптимизацию рыночной доли.

Маркетинг энергетических компаний непохож с маркетингом в других отраслях в связи со следующими особенностями их производимой продукции:

1. Спрос на тепловую и электроэнергию зависит от экономического и социального положения территории, уровня электрификации и энергетической эффективности. В конечном итоге спрос влияет на конкурентоспособность региона и уровень жизни его жителей.

2. Производство и потребление энергии происходят одновременно, предопределенное производство невозможно, поэтому в маркетинге энергетики

выделяется роль прогнозирования спроса с учетом капиталоемкости и временных интервалов.

3. Улучшение качества электроэнергии сложно, в то время как качество тепловой энергии может быть улучшено путем изменения температуры и давления. В результате конкуренция между энергетическими компаниями осуществляется на основе затрат на производство и предложение энергии по более низким ценам, а не на основе качества.

4. Энергетические компании продают энергию определенной мощности, поэтому объектом маркетинга является энергия определенного режима потребления (суточная, недельная, годовая).

5. Лимит по передаче энергии ограничивают экспорт и импорт энергии.

6. Энергетические предприятия обладают монополией на энергоснабжение конкретных территорий, что делает невозможной конкуренцию на рынке.

7. Расход энергетической продукции неравномерно во времени, поэтому стоит решить проблему оптимального использования мощностей, резервов, профилактических мероприятий и оборудования для рационального производства энергии.

Один из важных подходов маркетинговых исследований в энергетике является анализ рыночных условий и трендов, которые могут повлиять на деятельность компаний в будущем. Это позволяет предприятиям прогнозировать изменения в потребительском спросе, технологическом развитии и внешних факторах, таких как изменение законодательства или конкуренции. Такой анализ позволяет энергетическим компаниям адаптироваться к изменяющейся ситуации и разработать стратегии на макроуровне, чтобы удерживать конкурентное преимущество.

Кроме того, маркетинговые исследования в энергетике позволяют компаниям изучить и оценить эффективность своих маркетинговых кампаний и стратегий. Рыночные исследования помогают компаниям понять, как их продукты и услуги воспринимаются клиентами, а также знать потребительское поведение[4]. Такая информация помогает компаниям корректировать свои маркетинговые подходы и стратегии, чтобы улучшить свою конкурентоспособность и удерживать лояльность клиентов.

Как итог, можно сделать краткий вывод, что маркетинговые исследования играют важную роль в развитии и изменениях энергетической отрасли. Они предоставляют ценную информацию, позволяющую компаниям принимать обоснованные решения и разрабатывать точные стратегии, основанные на рыночном анализе и потребительских предпочтениях. В современном мире, где энергетический рынок постоянно меняется, маркетинговые исследования

становятся важным инструментом для успеха и развития компаний в этой отрасли.

Источники

1. Ахметова И.Г., Ахметов Т.Р., Мухаметова Л.Р. Общие подходы к разработке методики распределения источников финансирования инвестиционных программ теплоснабжающих организаций // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2020. № 2 (54). С. 199-207.

2. Давыдовский Ф.Н. Монополия и конкуренция в электроэнергетике: альтернативы развития и проблема эффективности // Экономика, предпринимательство и право. 2011. № 6.

3. Пустовойтов А.С., Чернов М.А., Павлов Д.О., Землянский Л.О., Александров Н.В. Обзор различных типов ветрогенераторов, использующихся в мире // Евразийское научное объединение. 2020. 9-2 (67).

4. Абзалова З.Р., Арзамасова А.Г. Политика социального маркетинга в энергокомпаниях // Диспетчеризация и управление в электроэнергетике: Материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции, Казань, 20–22 октября 2022 года – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2022. – С. 60-62. – EDN OLXKNE.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Юсупова Р.И.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

reginayusupova2805@gmail.com

Науч. рук. доц. Зарипова Р.С.

В рамках данной статьи рассматривается роль и потенциал Интернета вещей (IoT) для оптимизации энергопотребления. Анализируются способы сбора и анализа данных, подходы к мониторингу и прогнозированию, а также обеспечение безопасности на предприятиях. Приведена таблица «умного производства», в которой описываются различные технологии в контексте промышленного Интернета вещей.

Ключевые слова: интернет вещей, цифровые технологии, предприятия, энергоэффективность, энергопотребление, умное производство.

Интернет вещей (IoT) – это сеть каких-либо физических устройств, которые подключены к другим устройствам и имеют возможность обмениваться с ними данными через сеть Интернет или любую другую сеть.

Первая промышленная революция была периодом перехода от ручного труда к механизированному; далее следовала вторая революция, которая была фазой быстрых научных открытий и массового производства. Приблизительно начавшаяся в 1970-х и сопровождающий нас процесс использования информационных технологий и автоматизации является третьей промышленной революцией. Введение технологий Интернета вещей (IoT) в процесс производства и потребления является началом четвертой промышленной революции (Индустрии 4.0) [1, 2].

В современном мире расход энергии продолжает расти, что приводит к появлению многих экологических проблем, на основе этого увеличивается потребность в эффективных и интеллектуальных системах управления энергопотреблением.

Существующие подходы часто оказываются недостаточно эффективными и не учитывают возможности новых технологий, в то время как технология Индустрии 4.0 основана на электронных схемах, которые могут быть расширены с помощью функций бесконтактной связи и идентификации, что позволяет оптимизировать производственные процессы [3].

Статистика использования интернета вещей показывает, что в 2024 году количество устройств IoT достигнет 41 миллиарда (около 23% от общего числа

подключенных устройств). Это позволяет сократить выбросы углекислого газа на 20-30%, что является значительным достижением в борьбе с изменением климата.

Рассмотрим несколько возможностей интернета вещей для оптимизации энергопотребления.

Устройства IoT обладают уникальной способностью собирать, анализировать и мгновенно передавать данные об энергопотреблении, с помощью данного решения предприятия получают доступ к идентификации потенциальной экономии с быстрой скоростью и высокой точностью.

Подключенные сенсоры используются для мониторинга износа, истирания, вибрации, температуры и прочих параметров, позволяя отслеживать общее состояние оборудования, от турбин до электрических сетей [4]. Анализ данных, проводимый при помощи сенсоров, может эффективно применяться для прогнозирования «времени до сбоя» ключевых компонентов инфраструктуры и планирования технического обслуживания. Важно отметить и безопасность, утечки газа возможно обнаружить до того, как они причинят вред работникам или оборудованию, в целом повышая уровень безопасности на станциях и предприятиях.

Интернет вещей обеспечивает генерирующие станции данными о пиковых нагрузках, что помогает планировать использование возобновляемых и традиционных источников энергии, а также контролировать хранение избыточной энергии для последующего использования в периоды пикового потребления.

IoT способствует децентрализации энергетического сектора, стимулируя появление новых бизнес-моделей и способствуя распространению малых и средних решений в области возобновляемой энергии. Кроме того, данная технология предоставляет коммунальным службам информацию, помогающую разрабатывать гибкие тарифные планы, предлагая потребителям больший контроль над счетами за электроэнергию [5].

Так называемые «умные производства» основаны на совокупности технологий, которые описаны в таблице 1. Следует отметить, что оптимизация энергопотребления в процессах работы предприятия может существовать на основе данных о потреблении энергии, то есть ее расходе и рациональности.

Технологии «умного производства» в контексте промышленного
Интернета вещей[6]

Технология	Описание
Межмашинное взаимодействие и умные устройства	Включает в себя оборудование и устройства, которые способны обмениваться данными между собой и коммуницировать с персоналом предприятия
Умная бизнес-процессная архитектура	Промышленная, управленческая и вспомогательная среда рабочей области, поддерживаемая технологиями IoT, Big Data и облачными хранилищами
Умная логистика	Инструменты для оптимального управления потоками – от внутренней логистики, которая может реагировать на непредвиденные события, до внешней
Умная энергетика	Интеллектуальные инфраструктуры, использующие технологии IoT, которые автоматически реагируют на изменения в энергопотреблении

Таким образом, можно сделать вывод, что использование технологий IoT в оптимизации энергопотребления имеет огромный потенциал для улучшения энергоэффективности, обеспечения более безопасное и экологически устойчивое функционирование предприятий и энергетических систем. Данная тема является актуальной для многих предприятий и нуждается в дальнейшем развитии и внедрении новых решений.

Источники

1. Хайруллин А.М., Зарипова Р.С. Промышленный интернет вещей как основа перехода к индустрии 4.0 / Достижения и приложения современной информатики, математики и физики: материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции. 2018. С. 362-366.

2. Гнездицкий М.А., Зарипова Р.С. Промышленный интернет вещей как механизм реализации концепции "Индустрия 4.0" / Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 5. С. 193-196.

3. Емдиханов Р.А., Смирнов Ю.Н. Основные этапы и стратегии успешной цифровой трансформации / Технологический суверенитет и цифровая трансформация. Международная научно-техническая конференция. Казань, 2023. С. 216-218.

4. Смирнов Ю.Н. О внедрении цифровых платформ в промышленных предприятиях / Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве: материалы IV Национальной научно-практической конференции. Казанский государственный энергетический университет. 2019. С. 37-42.

5. Овсенко Г.А. SMART-решения и системы искусственного интеллекта / Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 2 (24). С. 71-74.

6. Уровень развития науки и технологий в регионах России – 2018. РИА Рейтинг. [Электронный ресурс]. URL: <http://riarating.ru/infografika/20181017/630109152.html> (Дата обращения: 06.10.2023).

РАЗРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАДИОПРИЕМНИКА НА БАЗЕ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ NUCLEO-G431KB

Якупов Н.М.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

janijaz@yandex.ru

Науч. рук.канд. техн. наук, доцент Иванов Д.А.

В статье представлена упрощенная схема радиоприемника на базе макетной платы NUCLEO-G431KB, работающего в длинноволновом диапазоне частот. В конструкции предусмотрен усилитель высокой частоты, магнитная антенна, схема дифференциального усилителя шумоподавления, а также различные компоненты фильтрации и усиления сигнала. Радиоприемник питается от четырех батареек типа АА.

Ключевые слова: микроконтроллеры, схемотехника, радиоприемник, усиление сигнала, шумоподавление.

Микроконтроллеры STMicroelectronics широко используются в различных областях науки и техники. Их доступность, распространенность демонстрационных плат, широкий спектр периферийных устройств, высокая производительность, низкое энергопотребление и хорошо зарекомендовавшая себя экосистема разработки являются заметными преимуществами при выборе микроконтроллеров для реализации различных проектов [1].

Плата серии STM32 Nucleo-32 предлагает доступное и универсальное решение для реализации новых идей и создания прототипов с использованием микроконтроллера STM32[2]. Пользователи имеют возможность выбирать различные параметры, связанные с производительностью, энергопотреблением и функциями. Платформу Nucleo-32 можно легко расширить за счет совместимости с интерфейсом Arduino Nano V3 [3].

Плата NUCLEO-G431KB базируется на микроконтроллере STM32G431KBT6U, который оснащен ARM Cortex-M4 процессором и встроенным блоком для операций с плавающей запятой (FPU). Этот микроконтроллер оперирует на частоте до 170 МГц, что обеспечивает высокую производительность. Кроме того, он обладает 32 Гб флэш-памяти и 32 Гб оперативной памяти, что обеспечивает достаточное пространство для хранения и выполнения задач. На плате также имеется светодиод, кнопка сброса, кварцевый резонатор и разъем расширения совместимый с Arduino Nano V3. Кроме того, наличие USB Micro-AB позволяет легко подключать плату к компьютеру или другим устройствам [4].

В качестве преимуществ данной платы можно так же выделить бесплатные библиотеки программного обеспечения и примеры кода, которые доступны в пакете микроконтроллера STM32Cube. Поддержка различных интегрированных сред разработки (IDE), таких как IAR Embedded Workbench, MDK-ARM и STM32CubeIDE[5].

На рисунке показана упрощенная схема радиоприемника с использованием отладочной платы NUCLEO-G431KB.

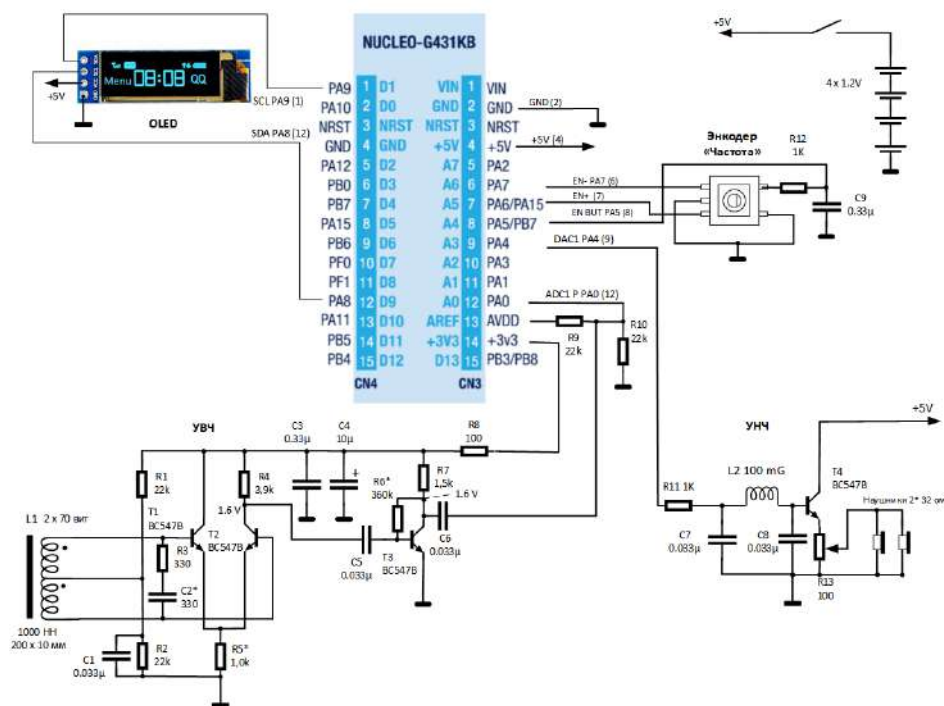


Рис. Схема радиоприемника на базе отладочной платы NUCLEO-G431KB

Приемник работает в длинноволновом (ДВ) диапазоне частот 150–280 кГц. Усилитель высокой частоты (УВЧ) состоит из транзисторов Т1-Т3 и обеспечивает суммарный коэффициент усиления около 100. Магнитная антенна, настроенная на среднюю полосу частот, использует элементы L1, R3 и C3 для формирования низкокачественного колебательный контур. В первом каскаде УВЧ используется схема дифференциального усилителя для эффективного подавления синфазных помех на входе и линии электропередачи, что имеет решающее значение при приеме сигналов в городских условиях с многочисленными бытовыми приборами.

Для обеспечения эффективной работы системы необходимо поддерживать одинаковый коэффициент усиления по току для транзисторов Т1 и Т2. Транзистор Т3 во втором каскаде выполняет функцию усилителя высоких частот (УВЧ) и передает высокочастотный сигнал на вход контроллера аналогово-цифрового преобразования (АЦП) через конденсатор С6. Для

калибровки АЦП в заданном диапазоне используются резисторы R9 и R10, которые образуют делитель напряжения, устанавливающий "нулевую" точку около 2000.

Выходной сигнал цифро-аналогового преобразователя проходит через фильтр нижних частот (R11, C7, L2, C8) с частотой среза приблизительно 4 кГц. Этот фильтр уменьшает шум, вызванный цифровой обработкой сигнала. Затем отфильтрованный сигнал подается на усилитель мощности через транзистор Т4, который является частью схемы эмиттерного повторителя. Эта конфигурация позволяет использовать устройство с наушниками. Каскад подключен напрямую к выходу ЦАП, без дополнительных цепей смещения. Выходное напряжение ЦАП находится в диапазоне от 0,6 до 3 вольт, что автоматически определяет оптимальный режим работы каскада. Питание радиоприемника осуществляется от четырех батарей типа АА с номинальным напряжением 1,2 В.

Источники

1. Водовозов А.М., Микроконтроллеры для систем автоматики: учебное пособие/ А. М. Водовозов. Изд. 3-е доп. и перераб. - Москва.: Инфра-Инженерия, 2016. - 164 с.: ил.; табл.

2. STM32 Nucleo Boards [Электронный ресурс]. <https://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32-nucleo-boards.html> (дата обращения: 25.08.2023).

3. Обзор серии STM32 Nucleo Boards [Электронный ресурс]. <https://evo.net.ua/ru/obzor-serii-stm32-nucleo-boards/> (дата обращения: 25.08.2023).

4. STM32G4 Nucleo-32 board (MB1430) - User manual [Электронный ресурс]. <https://download.kamami.pl/p575468-en.DM00493601.pdf> (дата обращения: 25.08.2023).

5. Data brief - NUCLEO XXXXXX - STM32 Nucleo-32 boards [Электронный ресурс]. <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/NUCLEO-G431KB.pdf> (дата обращения: 25.08.2023).

ТРАНСФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Якупов И.А.¹, Галиев И.Ф.²

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

В статье приведен анализ трендов, лежащих в основе трансформации энергетической отрасли. Произведен анализ преобразований с точки зрения глобальных процессов, влияющих на отрасль, а также моделей и механизмов развития интеллектуальной энергетики. Выделены преимущества цифровизации в электроэнергетике, а также приведены соответствующие примеры.

Ключевые слова: электроэнергетический сектор, цифровизация, электроснабжение, трансформация, изменение климата.

Электроэнергетический сектор, который играет большую и растущую роль в энергетических системах по всему миру, претерпевает самые драматические преобразования с момента его создания более века назад. В ближайшие годы важность электроэнергии будет только возрастать, что требует более комплексного подхода к безопасности электроэнергии для решения возникающих проблем, таких как киберугрозы, экстремальные погодные явления и быстро растущие доли переменного производства электроэнергии за счет энергии ветра и солнца.

Сегодня на электроэнергию приходится пятая часть мирового энергопотребления, и ее доля растет. Он будет играть более важную роль в отоплении, охлаждении и транспорте, а также во многих цифровых интегрированных секторах, таких как связь, финансы и здравоохранение.

Многие страны сегодня имеют высокий уровень безопасности электроснабжения благодаря системам централизованного управления, относительно простым цепочкам поставок и электростанциям, которые могут поставлять электроэнергию в любое время. Но последние разработки в области технологий и политики в настоящее время радикально меняют сектор, а вместе с ним и модель безопасности электроэнергии, преобладавшую в прошлом столетии. Эти события включают резкое снижение стоимости переменных возобновляемых источников энергии, тенденции децентрализации и цифровизации, а также последствия изменения климата.

Растущая цифровизация систем электроснабжения, развитие интеллектуальных сетей и переход к более широкому распределению генерирующих ресурсов открывают множество возможностей и преимуществ. Но поскольку киберугрозы уже значительны и растут, крайне важно усилить

меры киберустойчивости и сделать их центральной частью планирования и эксплуатации энергосистем. Правительства могут добиться этого с помощью широкого спектра подходов к политике и регулированию — от строго предписывающих до рамочно-ориентированных, основанных на результатах [1].

Последствия изменения климата означают, что системы электроснабжения должны стать более устойчивыми к воздействию меняющихся погодных условий, повышения уровня моря и более экстремальных погодных явлений. Этого можно добиться, уделяя первостепенное внимание устойчивости к изменению климата в политике обеспечения электробезопасности и устанавливая более совершенные стандарты для направления необходимых инвестиций. Повышение устойчивости систем электроснабжения к изменению климата также дает множество преимуществ.

Электроэнергия уже более века является двигателем промышленных и социальных преобразований в мире и стала основным товаром для общества. В борьбе с изменением климата электроэнергия становится основным энергоносителем, так как способствует более эффективному использованию по сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии.

Но чтобы справиться с трансформацией зданий, городов и производственных или промышленных процессов, отрасль должна меняться силой, полагаясь на цифровые технологии для обеспечения максимальной эффективности использования энергии.

Хотя цифровизация не является самым важным фактором обезуглероживания планеты, она играет ключевую роль в автоматизации и объединении генераторов, потребителей и устройств для достижения более эффективного и устойчивого использования энергии.

Это приводит к многочисленным преимуществам для всех сторон, наиболее важные из которых выделены ниже:

Прогрессивная ведущая роль конечного потребителя: внедрение интеллектуальных устройств дает покупателю более активную роль в получении информации, с помощью которой можно принимать решения по управлению потреблением и оптимизации затрат[2].

Продукты и услуги с добавленной стоимостью: благодаря массовому анализу информации можно предлагать потребителям новые продукты с большей добавленной стоимостью, включая дополнительные услуги, такие как поощрения за энергоэффективность.

Доступность и надежность сетей: интеллектуальные счетчики, помимо того, что позволяют изменять поведение спроса, также лежат в основе интеллектуальных сетей. Благодаря управлению активами с помощью этих

технологий максимально увеличивается доступность сети и повышается ее надежность, тем самым улучшая доступ к электроэнергии.

Более высокая прибыль: управление активами также обеспечивает больший и лучший контроль затрат, как на техническое обслуживание, так и на эксплуатацию. Повышение операционной эффективности и снижение эксплуатационных расходов — это возможность для отраслевых компаний увеличить свою прибыль [3].

Реальные примеры цифровизации в электроэнергетике:

Изменения существенно влияют на структуру производства электроэнергии, поскольку цифровое оборудование массово внедряется в мир, который много лет назад был в основном аналоговым.

Некоторыми примерами являются передача электроэнергии, где появляются цифровые системы для управления потоками энергии и электрическими подстанциями, распространение и распространение интеллектуальных счетчиков, а также коммерциализация посредством разработки коммерческих платформ в Интернете и мобильных приложений для взаимодействия с потребителями и изучения их поведения.

Новые технологии привели к изменению парадигмы в электроэнергетике. Они облегчили исчерпывающий контроль всех задействованных активов, имея возможность получить полное измерение таких факторов, как выработка энергии, модели потребления, распределение, почасовые потребности, точки зарядки и многое другое [4].

Эксперты считают, что для интеграции возобновляемых источников энергии и решения задач декарбонизации необходима радикальная перестройка электроэнергетики. Новые технологии искусственного интеллекта и облачные технологии открывают новые возможности для ускорения энергопотребления, повышения эффективности и снижения затрат.

По сравнению с традиционными источниками, новые источники энергии, такие как ветер и солнечная энергия, имеют колебания в поставках и производительности, в основном из-за погодных условий. Неопределенность в напряжении и частоте приводит к проблемам с надежностью, которые стали одной из основных проблем на пути к более экологичному источнику питания. Используя анализ в реальном времени для компенсации колебаний и управления балансом нагрузки, оцифровка поддерживает стабильную и надежную энергетическую сеть.

Для мониторинга и управления жизненно важными аспектами сети, такими как состояние оборудования и диагностика неисправностей, создается виртуальное представление, дополненное взаимосвязанными подсистемами и информацией об устройствах. Этот «цифровой двойник» использует интеллектуальный анализ для прогнозирования нагрузок на силовые передачи,

используя моделирование на основе реальных данных. Кроме того, за счет интеграции мониторинга, анализа и моделирования автономное принятие решений достигается с использованием адаптивных технологий искусственного интеллекта, подкрепленных безопасностью блокчейна [5].

Чтобы цифровизация была успешной, важно, чтобы энергетические компании подбирали правильное технологическое решение для каждой задачи. Например, там, где рынок быстро растет, «горячие» бизнес-сценарии могут использовать зрелые цифровые решения, уже представленные на рынке. Сценарии, ориентированные на будущее, однако, требуют последних прорывов в ключевых технологиях для поддержки крупномасштабного применения цифровизации, включая взаимосвязь коммуникаций, анализ ИИ и технологии безопасности.

Источники

1. Дядькин Д., Усольцев Ю., Усольцева Н. (2018). Смарт-контракты в России; перспективы законодательного регулирования // *Universum: экономика и юриспруденция*. № 11 (дата обращения: 27.10.2019).

2. *Распределенная энергетика в России: потенциал развития* (2018). М.: МШУ Сколково.

3. Воробьева Ю. (2016). Солнце, ветер и вода: Португалия продержалась 107 часов на «зеленой» энергии // *Вести.RU*. 30 мая. URL: <https://www.vesti.ru/doc.html?id=2759535&tid=107662> (дата обращения: 18.06.2023).

4. Линдер Н.В., Лисовский А.Л. (2017). Развитие рынка электроэнергии в России: основные тенденции и перспективы // *Стратегии бизнеса*. №2. С. 48–54.

5. Княгинин В.Н., Холкин Д.В. (2017). *Цифровой переход в электроэнергетике России, Экспертно-аналитический доклад*. URL: https://www.csr.ru/uploads/2017/09/Doklad_energetika-Web.pdf (дата обращения: 18.06.2023).

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В БОРЬБЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА НА ЭКОНОМИКУ РОССИИ

Ямилова А.Ф.

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

yamilovaalsu@yandex.ru

Науч. рук. доц. Дюдина О.В.

Энергетическая трансформация, направленная на снижение выбросов парниковых газов и борьбу с изменением климата, может оказать значительное влияние на экономику России. Переход к более экологически чистым источникам энергии, таким как возобновляемые источники, может потребовать крупных инвестиций в развитие и наращивание подобной инфраструктуры, также влияет на появление новых деловых возможностей и рабочих мест.

Ключевые слова: трансформация, климат, ископаемые, экономика, инвестиция.

Роль энергетической трансформации в борьбе с изменением климата состоит в переходе от использования ископаемых топлив к более чистым и устойчивым источникам энергии: переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ), такие как солнечная и ветровая энергия, гидроэнергетика, геотермальная энергия, а также разработку энергоэффективных технологий и инфраструктуры [1].

Энергоэффективные технологии и инфраструктура играют важную роль в энергетической трансформации. Это включает в себя разработку и использование энергоэффективных бытовых приборов, транспортных средств и зданий, а также улучшение энергетической эффективности в промышленности и сельском хозяйстве. Улучшение эффективности использования энергии снижает потребление ископаемых топлив и соответственно выбросы парниковых газов.

Энергетическая трансформация имеет и экономические выгоды, такие как создание новых рабочих мест, снижение зависимости от импорта ископаемого топлива, повышение экспорта энергоэффективных продуктов, созданных в стране. Более того, переход на возобновляемые источники энергии может снизить отрицательное воздействие на окружающую среду, улучшить качество воздуха и поспособствовать устойчивому развитию государства [2].

Есть несколько стран, которые являются лидерами в области использования возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий для снижения углеродной нагрузки. Например, Германия является

одной из ведущих стран в мире по производству и потреблению возобновляемой энергии. Страна активно инвестирует в разработку энергосберегающих технологий, таких как энергоэффективные здания и электромобили. Дания также является лидером в использовании возобновляемой энергии. Более 40% энергии в стране производится из ветровых электростанций. Швеция также активно применяет энергосберегающие технологии в строительстве и промышленности [3].

В России существует ряд мероприятий, направленных на внедрение возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий для снижения своей углеродной нагрузки. Ниже указаны такие примеры:

1. Возобновляемые источники энергии. В России в последние годы было построено несколько крупных солнечных и ветровых ферм, а также ряд гидроэлектростанций. Крупные проекты осуществляются в районах с хорошими природными условиями для использования ВИЭ. Это дает новые рабочие места, стимул для инвестирования в проекты, экономия средств при оплате коммунальных платежей [4].

2. Поддержка от государства: российское правительство предоставляет различные стимулы и льготы для развития. Это включает в себя финансовую поддержку, налоговые льготы и поддержку со стороны регуляторных органов [5].

3. Энергосбережение: помимо развития ВИЭ, Россия также активно внедряет энергосберегающие технологии и практики. Это включает модернизацию промышленных предприятий, установку современных систем энергетического учета и контроля, внедрение энергоэффективного оборудования и технологий, а также обучение персонала в области энергосбережения. Развитие НТП также свидетельствует о росте и развитии экономики страны [4].

Однако, несмотря на прогресс, сделанный в области возобновляемых источников энергии и энергосбережения, Россия все еще сильно зависит от углеводородов и ядерной энергии. Для достижения более существенного снижения углеродной нагрузки страны, важно продолжить инвестировать в развитие и внедрение ВИЭ и энергосберегающих технологий.

Проанализировав опыт как нашей страны, так и мира в целом, мы можем предложить ряд мероприятий:

1. Организация просветительских кампаний о пользе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и энергосберегающих технологий для населения и бизнеса.

2. Проведение выставок и конференций, посвященных развитию ВИЭ и энергосбережению, с привлечением специалистов, ученых, предпринимателей и представителей государственных органов.

3. Государственная поддержка и стимулирование инвестиций в проекты по развитию ВИЭ, в том числе через субсидирование процентных ставок по кредитам и налоговые льготы.

4. Внедрение энергосберегающих технологий в промышленности, строительстве, транспорте и жилищно-коммунальном хозяйстве.

5. Внедрение систем мониторинга и отчетности о выбросах углерода, чтобы регулярно оценивать и контролировать прогресс в снижении углеродной нагрузки.

Они не только снизят риск глобальной проблемы, но и способствуют росту экономики, что влечет за собой множество положительных моментов, которые способны развивать страну во многих направлениях.

Источники

1. Зеленая экономика: что это значит и как она работает? // Обучающие статьи URL: <https://42buketa.ru/faq/zelenaya-ekonomika-cto-eto-znacet-i-kak-ona-rabotaet> (дата обращения: 18.09.2023).

2. Промышленная индустрия: основные сферы и перспективы // Freeway URL: <https://freewaygrp.ru/obzory/promyshlennaya-industriya-osnovnye-sfery-i-perspektivy.html> (дата обращения: 18.09.2023).

3. Халова Г.О., Нгуен Ань Фыонг Обзор развития возобновляемых источников энергии в странах-лидерах мировой экономики // Инновации и инвестиции. - 2022. - С. 83-85.

4. Асланова, Г. Н. Перспективы внедрения энергосберегающих технологий / Г. Н. Асланова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 23 (103). — С. 102-104. — URL: <https://moluch.ru/archive/103/23798/> (дата обращения: 18.09.2023).

5. Валеева, Ю. С. Основные направления экологической политики страны / Ю. С. Валеева, О. В. Дюдина // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 3: Экономические, гуманитарные и общественные науки. – 2022. – № 3. – С. 17-24.

НАПРАВЛЕНИЕ 5: ПЕРВЫЕ ШАГИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ

УДК 621.316.5

ДОСТОИНСТВА ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Самматов М.Р.¹, Никифоров Н.В.², Тактамышева Р.Р.³

^{1,2} МБОУ «Лицей №23», г. Казань, Россия

³ ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

^{1,2} sch023@mail.ru, ³ ee-kgeu@mail.ru

Авторами изучены преимущества выключателей с вакуумной изоляцией.

Ключевые слова: высоковольтный выключатель, вакуумные выключатели, вакуумные дугогасительные камеры.

Ситуация с развитием и внедрением вакуумной коммутационной аппаратуры в России благоприятна, так как имеется развитая производственная база и стабильный серийный выпуск. Благодаря своим прекрасным техническим характеристикам и низким затратам на весь период их эксплуатации они доминируют на рынке распределения энергии.

Считается, что применение вакуумных выключателей ограничивается лишь номинальным напряжением – в основном, в электрических сетях среднего класса напряжения. Это связано с широким спектром их достоинств. В частности, вакуумные выключатели абсолютно пожаро- и взрывобезопасны (при прерывании тока дуга между размыкающими контактами полностью локализуется в вакуумной среде, отсутствует опасность взрыва в потенциально взрывоопасной окружающей среде [2]).

К достоинствам вакуумных выключателей также можно отнести и большой коммутационный и механический ресурсы (в настоящее время ресурс лучших вакуумных выключателей достигает до 50 тыс. отключений номинального тока и 20-200 отключений токов аварийных режимов в зависимости от типа дугогасительной камеры и значения тока [3]), высокая скорость коммутаций, максимальные значения электрической прочности промежутков, максимальная скорость восстановления электрической прочности при отключении токов.

Помимо этого, вакуумные аппараты характеризуются относительно низким энергопотреблением привода и минимальной массой подвижных частей [3], что позволяет размещать их в несколько ярусов. Возможность произвольного их расположения позволяют уменьшить размеры распределительного устройства.

Следует добавить, что это самый «чистый» тип выключателя, они практически бесшумны в работе.

Долгий период эксплуатации (15-20 лет), простота конструкции и возможность их эксплуатации в агрессивных средах и сложных климатических условиях являются отличительными характеристиками вакуумных выключателей.

Установленные на линейных присоединениях вакуумные выключатели отключают зарядные токи кабельных или воздушных линий, находящихся под напряжением. Но при отключении такими выключателями небольших индуктивных токов (холостой ход трансформатора), есть вероятность коммутационных перенапряжений [4]. Это в том числе объясняется и тем, что вакуум – жесткая дугогасящая среда.

Также в случае потери вакуума в одной из дугогасительных камер происходит приваривание контактов и именно поэтому необходим постоянный контроль отсутствия напряжения на всех трех фазах после отключения присоединения [4].

Качество исполнения привода, отсутствие дребезга, а также быстрая и, вместе с тем, плавная работа привода, синхронность и линейность движения полюсов выключателя, использование контактов из сплава меди и хрома позволяют минимизировать последствия специфических неблагоприятных процессов, сопровождающих коммутации вакуумных выключателей.

Можно говорить, что одним из основных тенденций исследования и развития вакуумной коммутационной техники в настоящее время является создание и внедрение вакуумных выключателей на напряжение 110-220 кВ [1]. Это обусловлено такими уникальными свойствами вакуумных дугогасительных камер, как высокая отключающая способность, долговечность, безопасность и экономичность. Уникальные разработки российских ученых и инженеров позволяют создать реальную альтернативу элегазовым масляными выключателям.

Подводя итоги, можно утверждать, что развитие сетей высокого напряжения создает необходимость применения высоковольтных, в том числе вакуумных, выключателей, которые являются коммутационными аппаратами, обеспечивающими устойчивость и надежность работы энергосистемы.

Своевременное срабатывание вакуумного выключателя позволяет уменьшить последствия аварийного режима и сократить материальные потери, связанные с отключением потребителей; увеличивает запас устойчивости параллельной работы и пропускную способность ЛЭП.

Источники

1. Атамирзаев Т.У. Перспективы применения вакуумных и элегазовых выключателей 110-220 кВ в энергетической системе // ScienceTime. 2018. №7 (55). С. 29-32.

2. Гладков М.А. Вакуумные выключатели, преимущества, устройство вакуумных дугогасительных камер // Вестник науки. 2023. №6 (63). С. 1064-1069.

3. Кукляев С.П. Проблема эксплуатации высоковольтных вакуумных выключателей // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. №8. С.111-113.

4. Коблова Т.В., Чернова А.Д. Достоинства и недостатки высоковольтных выключателей // Состояние и перспективы развития электро-и теплотехнологии (XIX Бенардосовские чтения). Том I. 2017. С. 68-73.

ПРОБОПОДГОТОВКА ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Танеева Я.М.¹, Танеева А.В.²

¹ МБОУ «Гимназия № 28», г. Казань, Россия

² ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

alinataneeva@mail.ru¹, ee-kgeu@mail.ru²

Авторами изучены свойства исследуемых экстрагентов в сравнении с фурфуроловым спиртом, который образуется в результате деструкции бумажной изоляции и попадает в трансформаторное масло.

Ключевые слова: трансформаторное масло, хроматография, маслonaполненное электрооборудование, фурфуроловый спирт.

Техническое состояние маслonaполненного электрооборудования как правило проверяют также на основе контроля содержания примесей веществ, накапливающихся в силовых трансформаторах по мере их эксплуатации. Для диагностики маслonaполненного электрооборудования обычно определяют степень полимеризации бумажной изоляции, содержание полихлорированных бифенилов, полиароматических углеводородов, катионов тяжелых металлов [1]. Кроме того в трансформаторном масле определяют концентрацию газообразных веществ, а также фурановых производных, которые являются продуктами деструкции трансформаторного масла, протекающими под влиянием негативных факторов в процессе эксплуатации электрооборудования [2].

Для контроля за техническим состоянием маслonaполненного электрооборудования применяют инструментальные методы анализа, которые позволяют провести оценку износа электрической изоляции силовых трансформаторов, которая проводится на основе нормативно-технической документации по более чем 50 основным характеристикам [3]. Контроль за выделением газов, воды и фурановых соединений осуществляется с использованием хроматографических методов анализа, которые характеризуются высокой чувствительностью и точностью. Однако важным элементом хроматографического анализа фурановых соединений, содержащихся в отработанном трансформаторном масле, является процедура пробоподготовки, так как на этой стадии возможно возникновение различного рода погрешностей [4].

Для извлечения фурановых соединений их трансформаторного масла используется жидкостная экстракция органическими растворителями. В

частности, для этой цели широко используют этиловый спирт, наличие в котором влаги приводит к нестабильности процесса экстракции, что вносит дополнительный вклад в систематическую погрешность процедуры пробоподготовки. Для определения возможности использования органических экстрагентов в процедуре пробоподготовки трансформаторного масла использовали хроматографические методы анализа с использованием высокоэффективной капиллярной хроматографической колонки, где в качестве неподвижной жидкой фазы применяли полиэтиленгликоль.

В таблице приведены физико-химические и хроматографические свойства исследуемых экстрагентов в сравнении с фурфуроловым спиртом, который образуется в результате деструкции бумажной изоляции и попадает в трансформаторное масло.

Таблица 1

Физико-химические и хроматографические свойства экстрагентов для извлечения фурановых соединений из трансформаторного масла. $T_{\text{кип}}$, °C - температура кипения; d_n^{20} – плотность; n_D^{20} показатель преломления; $t_{\text{уд}}$ – время удерживания

пп	Экстрагент	Физико-химические и хроматографические свойства			
		$T_{\text{кип}}$, °C	d_n^{20}	n_D^{20}	$t_{\text{уд}}$
	Тетрахлорметан	77	1,594	1,416	2,38
	Этилацетат	77	0,900	1,460	2,38
	Этанол	78	0,789	1,361	2,53
	н-бутанол	118,0	0,810	1,399	3,89
	Изо-Аминол	132,0	0,812	1,408	4,24
	Фурфуроловый спирт	170,0	1,13	-	35,89

Как видно из таблицы, экстрагенты с близкими температурами кипения, например, тетрачлорметан $T_{\text{кип}} = 77$ °C и этилацетат $T_{\text{кип}} = 77$ °C в условной газовой хроматографии при температуре 100 °C не разделяются и выходят в форме одного пика на хроматограмме. При этом фурфуроловый спирт при данной температуре имеет большее время удерживания (35,89 мин) по сравнению с большинством экстрагентов.

На рисунке приведены зависимости логарифма времени удержания алифатических спиртов и фурфурилового спирта от температуры анализа. Как видно из рисунка, с повышением температуры анализа логарифм времени удержания алифатических спиртов, используемых в качестве селективных экстрагентов, и фурфурилового спирта уменьшается.

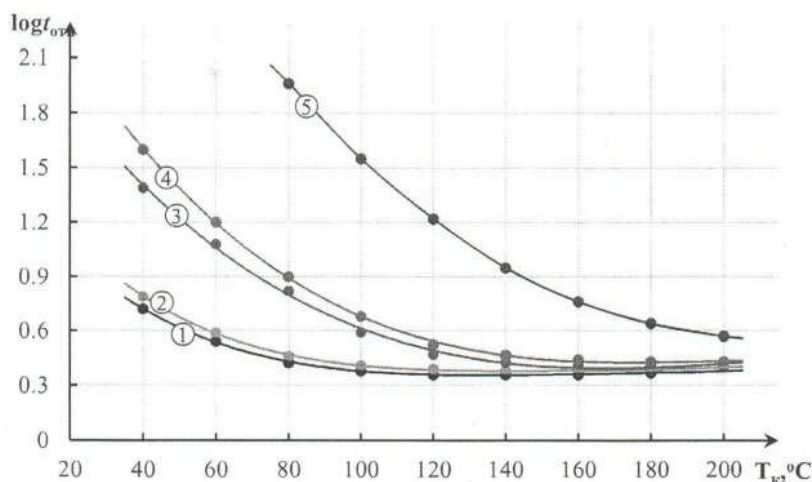


Рис. Зависимость логарифма времени удерживания алифатических спиртов и фурфурилового спирта от температуры анализа. 1 – Метанол, 2 – Этанол, 3 – н-Бутанол, 4 – Изоаминол, 5 – Фурфуриловый спирт.

Очевидно, что оптимальным экстрагентом для извлечения фурфурилового спирта и других фурфуриловых производных из трансформаторного масла может быть изоамиловый спирт, время удержания которого является более высоким по сравнению с другими экстрагентами.

Источники

1. Липштейн Р.А. Трансформаторное масло. М.: Энергоатомиздат. 1983. 296 с.
2. Коробейников С.М. Диэлектрические материалы. Новосибирск НГТУ. 2007. 67 с.
3. Новиков В.Ф., Карташова А.А., Танеева А.В. Инструментальные методы анализа. В трех частях. Ч.Ш. Газохроматографический контроль производственных процессов в энергетике: Монография. Под редакцией профессора В.Ф. Новикова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун - т. 2018. 328с.
4. Новиков В.Ф. Диагностика маслonaполненного электрооборудования хроматографическими методами. В кн. Новые технологии, материала и

оборудования. В 3т. / Под общ. Ред. Э.Ю. Абдуллазянова, Э.В. Шамсутдинов.
Казань. Казан. Гос. Энерг. ун-т. 2018. Т. 3. С. 138 – 160.

ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖИЛОГО ДОМА В С. ЦАРЕВО, ПЕСТРЕЧИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Файзрахманов М.А.

«Многопрофильный лицей в Царево», Пестречинский район, РТ, Россия

lemechko@mail.ru, amirova.progress@mail.ru

Науч. рук. преп. Амирова Ф.Р.

В тезисе рассмотрены цели и задачи использования солнечных панелей, специфика монтажа, выгода использования их в современных условиях.

Ключевые слова: электроэнергия, солнечные панели, умный счетчик, избыток мощности, сетевая электростанция, общедомовые нужды, вводно-распределительное устройство, мониторинг, сетевой солнечный инвертор, кабель.

В России солнечные панели получили распространение в восьмидесятих годах, но их широкое использование в быту, а не в производственных целях, насчитывает не больше 10 лет.

Самым первым распространенным применением панелей можно считать их установку на калькуляторах, фонариках и наручных часах. Сегодня же, солнечная энергия может питать целые дома и коммерческие здания [1].

В рамках данной статьи проведен технический анализ использования солнечной энергии в Пестречинском районе Республики Татарстан. Так, в данном районе впервые построен дом с применением альтернативной энергетики - солнечные панели для генерации электроэнергии

Местонахождение нашего дома - средняя полоса России, где полезная солнечная инсоляция стабильна только 6 месяцев в году, поэтому полностью отказываться от центрального горячего водоснабжения и электроснабжения не стали. Их подвели, но поставили во второстепенную очередь и пока не подключали к жилому дому.

Целями проекта являются:

- снижение расходов при строительстве объекта;
- исключение из счёт-фактуры графы расходов на ОДН (общедомовые нужды) по электроэнергии, за счет работы солнечных панелей;
- маркетинговые цели.

На этапе проектирования, сформировалась следующая задача:

- снабжение электроэнергией мест общего пользования (МОП);
- обеспечение питанием циркуляционных насосов в котельной;

- питание зарядной станции для электромобилей (во дворе дома);
- обеспечение питанием геотермальных тепловых насосов, которые нагревают воду в системе ГВС и отопления.

Полностью обеспечить питанием всех этих потребителей не удастся, т.к. солнце не постоянно, особенно зимой, поэтому было решено использовать сетевую СЭС без применения аккумуляторных батарей, (стоимость проекта с аккумуляторами велика). Задача СЭС – экономия электроэнергии на питании этих потребителей, т.е. наша станция работает только в дневное время.

Основные компоненты в составе СЭС:

- сетевой солнечный инвертор;
- солнечная панель= 39шт;
- умный счётчик;
- контроллер избытка мощности;
- комплект крепления для солнечных панелей с изменяемым углом;
- защитное оборудование по постоянному току;
- солнечный кабель 6мм².

На этапе монтажа кровли, заложили закладные для установки панелей так, чтобы их итоговый массив был ориентирован на юг под стандартным для нашей широты углом наклона 45 градусов. Крепление для солнечных батарей использовали с регулируемым углом наклона, для оптимизации выработки электроэнергии зимой панели приподнимаются. Это дает более прямое попадание солнечных лучей на поверхность панелей, т.к. зимой солнце проходит низко относительно горизонта. Кроме того, близкий к вертикальному угол наклона панелей не позволит снегу скапливаться на поверхности панелей, а при первых же лучах солнца они готовы к зимней выработке электроэнергии. Сетевой инвертор и щит с защитным оборудованием расположили на кровле, около панелей, предварительно протянув к нему все необходимые кабели по кабельным шахтам. Кабели проложили до ВРУ (вводного распределительного устройства), там же, где были смонтированы все комплектующие.

Для оптимизации использования солнечной энергии, было реализовано два контура подключения СЭС (подключение к двум ВРУ: один ВРУ – это электроснабжение места общего пользования (МОП), второй – электроснабжение теплового пункта, где стоят тепловые насосы, бойлеры ГВС и отопления). В зависимости от сезона их можно переключать, т.е. весной и летом правильнее направить энергию от солнечных панелей на питание ВРУ МОП (солнца много, вода в системе ГВС греется через водяные коллекторы, при этом тепловые насосы почти не работают, необходимости в отоплении нет), а осенью-зимой - на питание тепловых насосов (солнца мало, начинают работать тепловые насосы для нагрева воды и обеспечения отопления)[2].

У владельца СЭС есть личный кабинет, где отображается статистика выработки электроэнергии. Видно все оборудование, его состояние, отсутствие или наличие ошибок, если есть, то показываются их коды. Ниже представлен один из графиков из системы онлайн мониторинга солнечной электростанции. (см. рисунок).

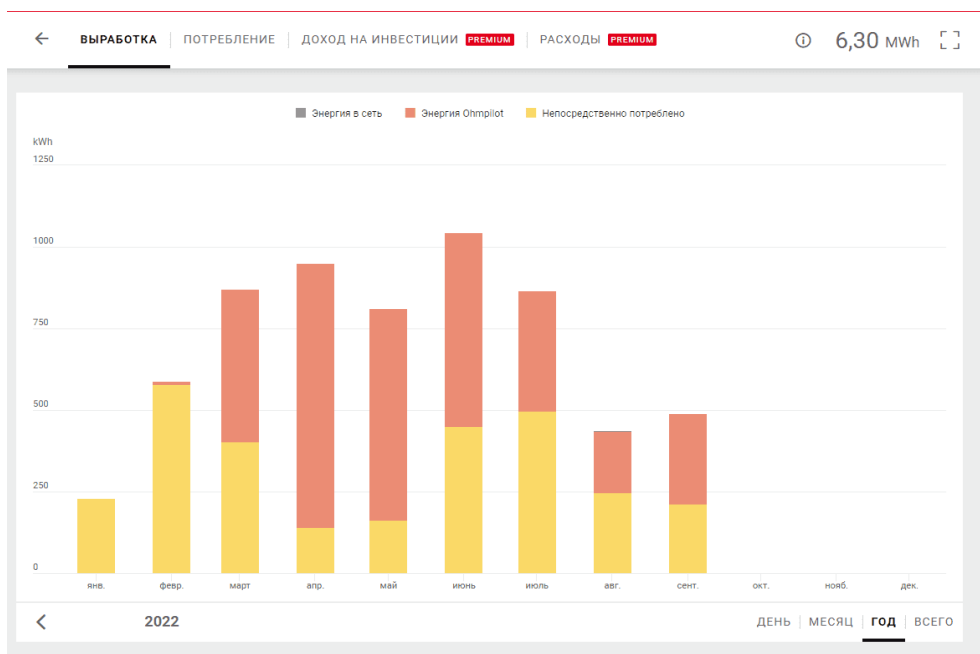


Рис. Статистика выработки годовой электроэнергии

В правом верхнем углу – общая выработка электроэнергии. Желтые наполнения – количество электроэнергии которое потребили МОП дома, красные – слитые излишки в нагревательные ТЭНы. Выработка зависит от погоды, чем больше солнца, тем электроэнергии больше вырабатывается.

Работу данной системы можно использовать, потому что это позволит снизить размер коммунальных платежей. К тому же, это экологично, так же плюсом является то, что можно самостоятельно рассчитывать и увеличивать возможности автономной энергетической системы, и пока есть доступ к солнечному освещению, электроэнергия может быть получена при помощи данных устройств, при этом срок ее службы в среднем составляет 25 лет.

Источники

1. Teplo.guru [Электронный ресурс]. URL: <https://teplo.guru/eko/solnechnye-paneli-obzor.html> (дата обращения 03.10.23).

2. Reenergo [Электронный ресурс]. URL: <https://reenergo.ru/blog/setevaya-solnechnaya-elektrostantsiya-dlya-mnogokvartirnogo-doma> (дата обращения 03.10.23).

СПОСОБЫ ГАШЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТАХ БОЛЕЕ 1 кВ

Халитов К.Р.¹, Хайруллин Т.А.², Тактамышева Р.Р.³

^{1,2} МБОУ «Школа №42 имени Героя России Д.Р. Гилемханова», г. Казань, Россия

³ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

^{1,2} s42.kzn@tatar.ru, ³ee-kgeu@mail.ru

Данная работа посвящена изучению способов гашения электрической дуги – разновидности электрического разряда, которая разрушающе влияет на токоведущие части и контактную группу коммутационных аппаратов.

Ключевые слова: выключатель, высоковольтный выключатель, электрическая дуга, способы гашения.

Выключатели высокого напряжения выполняют операции включения и отключения отдельных цепей при ручном или автоматическом управлении и предназначены для оперативных и аварийных коммутаций в энергосистемах.

Нормальными для высоковольтных выключателей считаются и отключенное (ими обеспечивается необходимая электрическая изоляция между разомкнутыми участками цепи), и включенное (по ним проходит ток нагрузки) положения. При этом выключатели не только отключают поврежденную цепь и включают ее повторно: в случае, если на момент включения замыкание не устранено, выключатель вновь отключает цепь [3, 4].

Размыкание контактов, по которым в данный момент времени протекает электрический ток, приводит к возникновению электрической дуги [1]. Конструкцию выключателя определяет способ гашения дуги.

В коммутационных аппаратах выше 1000 В широко используются следующие способы гашения дуги:

а) гашение дуги в узких щелях, образованных дугостойким материалом, где, благодаря соприкосновению с более прохладными поверхностями, происходит интенсивное охлаждение и диффузия заряженных частиц в окружающую среду, что, в свою очередь, приводит к быстрой деионизации и гашению дуги (рис.1, а);

б) магнитное дутье (используется в малораспространенных электромагнитных выключателях), которое создается с помощью постоянных магнитов, специальных катушек или самого контура токоведущих частей в специальных камерах с лабиринтной щелью, где дуга растягивается, охлаждается и гаснет (рис.1, б);

в) гашение дуги в масле, когда процесс гашения сопровождается разложением масла и интенсивным образованием газовых пузырей (рис.1, в), высокое давление в которых способствует охлаждению и деионизации электрической дуги [2];

г) газоздушное (автогазовое) дутье (рис.1, г), в результате целенаправленного воздействия которого на ствол дуги происходит ее охлаждение;

д) деионизация дуги в потоке сжатого воздуха (2 МПа и более) за счет его высокой электрической прочности, при этом сжатый воздух поступает в камеру либо кратковременно, только в процессе отключения, под давлением размыкая контакты, либо через выхлопной клапан, сдувая дугу на вспомогательные электроды, расположенные в соплах, через которые воздух вытекает из бачка;

е) гашение дуги в определённой среде – элегазе (шестифтористая сера или гексафторид серы), обладающей большой электрической прочностью, хорошими диэлектрическими и дугогасящими свойствами даже при нормальном атмосферном давлении: молекулы газа при газовом или магнитном дутье интенсивно улавливают электроны дугового столба, что делает дугу неустойчивой;

ж) гашение дуги в вакууме, электрическая прочность которого в несколько раз больше прочности воздуха (в нормальных условиях), в связи с чем в вакуумных прерывателях (дугогасительных камерах) электрические контакты находятся в вакууме (рис.1, г).

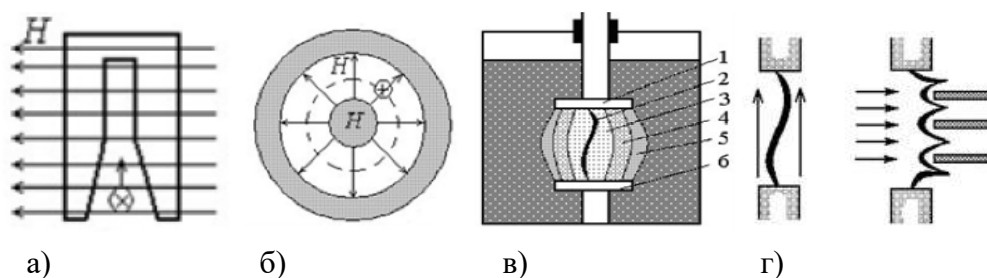


Рис. 1 Способы гашения дуги: а) – затягивание дуги в узкую щель дугогасительной камеры; б) – вращение дуги в магнитном поле; в) – гашение дуги в масле (1 – неподвижный контакт, 2 – ствол дуги, 3 – водородная оболочка, 4 – зона газа, 5 – зона паров масла, 6 – подвижный контакт); г) – газоздушное дутье.

з) многократный разрыв цепи дуги с помощью нескольких дугогасящих устройств, когда достигается кратное снижение напряжения в каждом из них.

Таким образом, подводя итоги, можно утверждать, что в основе процесса отключения цепи (своевременного срабатывания выключателя) лежит в том числе и деионизация промежутка между контактами коммутационного

аппарата [1]. Способов деионизации существует много, нередко многие из них используются одновременно.

Источники

1. Гладков М.А. Вакуумные выключатели, преимущества, устройство вакуумных дугогасительных камер // Вестник науки. 2023. №6 (63). С. 1064-1069.

2. Каратеев А.Ф. Способы гашения дуги отключения в электрических аппаратах // Символ науки. 2022. № 5-1. С. 12-14.

3. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для вузов / Б.И. Кудрин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005. 670 с.

4. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. – М.: Академия, 2004. 447 с.

ВИБРОДИАГНОСТИКА КАК МЕТОД НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Хамидов И.Ш.¹, Миндубаев Т.Л.², Тактамышева Р.Р.³

^{1,2}МБОУ «Школа №42 имени Героя России Д.Р.Гилемханова», г. Казань, Россия

³ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

^{1,2}s42.kzn@tatar.ru, ³ee-kgeu@mail.ru

Данная работа посвящена изучению вибродиагностики как метода неразрушающего контроля любого оборудования, функционирование которого сопровождается возбуждением колебательных процессов.

Ключевые слова: вибрация, вибродиагностика, неразрушающий метод.

Одним из специализированных и эффективных методов неразрушающего контроля является вибродиагностика, которая позволяет проводить распознавание технического состояния машин и анализ качества функционирования оборудования, исходя из информации о колебательных процессах в элементах механизма оборудования [5], содержащейся в виброакустическом сигнале.

Процесс вибродиагностики основан на определении взаимосвязи между параметрами вибрации и техническим состоянием оборудования [1]. Вибродиагностика отдельных узлов оборудования начинается с классификации имеющихся место быть вибрационных сигналов по разным основаниям (частота, время и т.д.), определения вызывающего колебания источника, анализ показателей вибрации, их корреляция с происходящими в оборудовании процессами и выявление диагностических признаков функциональных отказов и дефектов.

Периодические измерения контролируемых параметров вибрации, изучение их изменений во времени позволяют не только отслеживать состояние оборудования в текущий момент, но и прогнозировать степень его износа и запас надежности в перспективе [1]. Очевидно, что оценка состояния оборудования, выявление неисправностей и предупреждение отказов с помощью неразрушающих методов диагностики позволяют повысить эффективность использования оборудования в промышленности: отпадает необходимость регулярных временных выводов оборудования из эксплуатации для проведения плановых диагностических исследований; вовремя выявленные развивающиеся дефекты позволяют избежать аварийного выхода оборудования из строя и сэкономить на стоимости ремонтных работ.

Однако на качество и достоверность результатов диагностирования могут повлиять ряд факторов. В частности, немаловажную роль играет компетенция специалиста, проводящего диагностику оборудования. Недостаточная компетентность специалиста по диагностике может привести к различным серьезным последствиям: либо дефекты не идентифицируются (дефект имеется, но не выявляется), либо идентифицируются не все дефекты (а только самые простые), либо идентифицируются ошибочно (оборудование исправно, однако бракуется диагностом), либо идентифицируются с ошибками (специалистом устанавливается неверная причинно-следственная связь между полученными в процессе диагностики данными и происходящими в оборудовании процессами).

Нередко снижение достоверности результатов вибродиагностики объясняется ресурсо-затратной процедурой измерения и обработки виброакустических сигналов [3], а также неисправностью используемых виброизмерительных приборов.

Помимо этого, не всегда в результате вибродиагностирования возможна дифференциация дефектов, точное определение их природы и места их локализации. Какие-то методы (например, метод ударных импульсов) недостаточно эффективны в определенных случаях обнаружения зарождающихся дефектов, результаты других (например, спектрального анализа) не всегда однозначны, а анализ вибрации в узком диапазоне (например, 0-10 Гц) позволит выявить лишь малый процент (30%) дефектов, при этом 40 % дефектов попадает в диапазон 10-1000 Гц и еще 30 % дефектов выявляются в диапазоне от 1000 до 20000 Гц [2].

Помимо этого, при проведении вибродиагностирования нередко приходится иметь дело с огромным массивом обрабатываемых данных. Требуется время, специальное программное обеспечение и определенная квалификация специалиста для получения объективных достоверных результатов.

Подведем итоги. Вибродиагностика является одним из основных методов диагностики, позволяющим контролировать (мониторить) состояние оборудования в период эксплуатации, анализировать протекающие в них и способствующие возникновению механических колебаний [4] технологические процессы, определять запас надежности элементов оборудования, отслеживать развитие дефектов и выявлять их причины.

Вибродиагностика позволяет повысить экономическую эффективность использования оборудования в промышленности.

Источники

1. Гвоздкова С.И. Вибродиагностика как метод обеспечения экологической безопасности производственных процессов // Электронный научный журнал. 2016. №3 (6). С.66-71.
2. Грунтович Н.В., Алферов А.А., Колесников П.М. Типовые ошибки при вибродиагностировании энергетического оборудования // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2010. №1 (40). С.72-81.
3. Шварцбург Л.Э., Бутримова Е.В., Дроздова Н.В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования вибрации и шума в технологической среде. Вестник МГТУ «СТАНКИН». Научный рецензируемый журнал. М.: МГТУ «СТАНКИН». 2014. №4. С.187-190.
4. Ширман, А. Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования / А. Р. Ширман, А. Б. Соловьев. – М.:Библиогр., 1996. 276 с.
5. Явленский К.Н. Вибродиагностика качества механизмов приборов. – Л.: Машиностроение, 1987. 234с. С.20.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ ЭЛЕГАЗОВЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Юн Я.Р.¹, Фатхуллин Б.М.², Тактамышева Р.Р.³

^{1,2} МБОУ «Лицей №23», г. Казань, Россия

³ ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия

^{1,2} sch023@mail.ru, ³ ee-kgeu@mail.ru

Авторами изучены преимущества и недостатки выключателей с элегазовой изоляцией.

Ключевые слова: высоковольтный выключатель, элегазовый выключатель, элегаз, шестифтористая сера.

В настоящее время при строительстве, реконструкции и замене оборудования подстанций преимущественно применяют выключатели с использованием в качестве изоляционной и дугогасительной среды *элегаза* (газообразной шестифтористой серы (SF₆)) и вакуума. Это связано с тем, что пока не найдены иные способы эффективного дугогашения, способные конкурировать с их электроизоляционными, дугогасительными и эксплуатационными свойствами. Например, достоинствами элегазовых автоматических выключателей являются простота дугогасительной камеры (не нуждается во вспомогательных камерах); автономия, обеспечиваемая методом компрессии; короткое время выключения (2-5 циклов); высокая сопротивляемость воздействиям электрического тока; способность работать без восстановления в течение 25 лет (это обеспечивается в том числе относительно малым износом контактов, высокими коммутационными и механическими ресурсами и т.д.); возможность компактных решений[3]; применение интегрированных промежуточных реле или синхронизированных операций уменьшения коммутационного перенапряжения; способность исключить появления перенапряжений ненагруженных трансформаторов и линий электропередач; надёжность при сравнительно невысокой стоимости (элегаз имеет самую высокую диэлектрическую прочность, особенно при уровне напряжения 110 кВ и выше [2]); широкий диапазон номинальных напряжений (6-1150 кВ); пожаробезопасность (элегаз не поддерживает горение, продукты распада этого газа не взрывоопасны – риск воспламенения и взрыва отсутствуют) и пониженный уровень шума [3].

Однако, несмотря на доказанную практикой эксплуатации относительную безвредность элегазовых выключателей при нормальных режимах работы, проблемы могут возникнуть при ремонте и утилизации отработавших

нормативный ресурс выключателей (некоторые продукты разложения элегаза весьма токсичны и могут нанести вред человеку, окружающей среде, а также вызывать разрушение изоляционных и конструктивных материалов [3]), значительных колебаниях температуры окружающей среды (при минусовых температурах происходит сжижение SF₆, что влечет понижение дугогасительной способности и ухудшение изоляционных свойств элегаза), при снижении давления ниже заданных пределов критической величины в дугогасительных устройствах элегазовых выключателей (существует опасность пробоя межконтактного промежутка или отказа выключателя в момент выполнения коммутации, либо утечки элегаза и последующее замещение им кислорода).

Поэтому для обеспечения безопасности и выполнения современных экологических требований, повышения качества и культуры эксплуатации при внедрении элегазового оборудования необходимо оснащение предприятий распределительного электросетевого комплекса современными газотехнологическими аппаратами (а для регионов с холодным климатом – предусмотреть установку дополнительной теплоизоляции баков, обогрев импульсных газовых трубок, увеличение мощности подогревателей и т.д.), а также оборудованием для очистки элегаза и утилизации продуктов его разложения.

Маловероятная, но возможная утечка предопределяет необходимость контроля концентрации элегаза и передачу сигнала об утечке на диспетчерский пульт. Известно, что воздух легче SF₆, поэтому требуется особая осторожность при входе в замкнутые помещения, в которых может скопиться этот газ. Для поиска и определения места утечки элегаза необходимы специальное оборудование (течеискатели) и определённая квалификация персонала. Помимо этого, перечисленные параметры элегаза обуславливают высокие требования к качеству герметичности электротехнического оборудования. Все это требует серьезных финансовых затрат.

При всех достоинствах элегазовых выключателей в начале XXI века во многих странах были предприняты попытки, направленные на разработку иных высоковольтных, например, вакуумных дугогасительных камер, которые заменили бы действующие элегазовые выключатели. Это связано с тем, что гексафторид серы (SF₆) считается газом ограниченного применения, вызывающим «парниковый эффект», хотя в настоящее время в высоковольтной промышленности для элегаза организован 99%-й рецикл [1].

Подводя итоги, можно утверждать, что в настоящее время разработки конструкций выключателей с элегазовыми дугогасителями продолжаются и ведутся в тех направлениях, в которых имеет место быть наиболее эффективное

технико-экономическое использование специфических свойств этой дугогасящей и изоляционной среды.

Источники

1. Вершинин Ю.Б., Вершинина Е.Л., Камалетдинова А.И., Плохих Е.Д., Шашков О.А. Проблемы ESG-инвестирования в условиях кросспандемического мира // Московский экономический журнал. 2022. № 1. С. 619-631.

2. Ершов С.В., Сухова Ю.В. Элегазовые выключатели в современной энергетике // Известия ТулГУ. Технические науки. 2018. №12.

3. Зацаринная Ю.Н., Нурмеев Т.А. Современные виды элегазового оборудования высокого напряжения // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №15. С. 86-87.

СОДЕРЖАНИЕ

НАПРАВЛЕНИЕ 1: ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ. ГЕНЕРАЦИЯ, ПЕРЕДАЧА И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Абдреев. К. А. КПД и мощность как параметры солнечных панелей.....	5
Абдреев К. А. Minigrid и решение проблемы собственной генерации.....	9
Абдреев К.А. Разница в полной стоимости владения сухим и масляным трансформатором.....	12
Азин Р.Р., Маклецов А.М., Гильфанов К.Х. Симметрирующие устройства в сетях 0,4 кВ.....	17
Али. Н.К. Моделирование солнечной электростанции в PVSYST.....	20
Ахмадеев А.А. Моделирование дефектов в высоковольтном кабеле с изоляцией из сшитого полиэтилена.....	23
Ахмадиева Л.Р. Современные ветрогенераторы малой мощности (до 2 МВт).....	27
Ахунова А. Ф., Сабитов А. Х. Параметры определения срока жизни трансформатора.....	31
Белкова Д.Н. Имитационное моделирование автономного энергорайона с газотурбинной установкой и нелинейной нагрузкой в SIMINTECH.....	34
Брызгалов Д.А., Шагалиев Р.И., Стрельников А.В. Контроль технического состояния высоковольтных вводов силовых трансформаторов.....	38
Валиуллин С. Р., Валиуллина Д. М., Мифтахова Н.К. Электроснабжение крупного промышленного предприятия.....	41
Валиуллин С.Р. Применение «умной» дуговой защиты в сети 6-10 кВ... ..	44
Валиуллин С.Р., Валиуллина Д.М. Электромеханические и релейные стабилизаторы напряжения.....	48
Величко М.Ю. Современная нормативная документация, применяемая при проектировании станций малой мощности.....	51
Галиев Т.И., Миронова Е.А. Актуальные проблемы разработки автоматизированных бланков переключений.....	54
Габдуллин Амирхан А., Валиуллина Д.М., Валиуллин С.Р., Гильфанов К.Х. Особенности исполнений воздушных линий электропередач.....	56

Галимзянов Т.И., Куракина О.Е. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии в распределительных электрических сетях...	59
Гасанов Д.У. Устройство охлаждения с функцией тестирования режимов работы.....	62
Гафурова М.О., И.И. Каримов. Движение частицы в едином пространственном электромагнитном поле.....	65
Гимадов Д.Р., Галиев И.Ф. Применение накопителей электроэнергии в распределительных сетях низкого напряжения.....	69
Глоткина Л.А. Преобразование углекислого газа в топливо.....	72
Горячев К.И., Куракина О.Е. Способы повышения качества электроэнергии.....	75
Гумерова Г.М., Валиуллина Д.М., Валиуллин С.Р. Цифровые трансформаторы тока и напряжения.....	79
Дюкин И.Р. Особенности и проблемы текущего состояния электроэнергетики на территории удмуртской республики.....	82
Ибрагимова З.Р., Куракина О.Е. Технологии хранения электроэнергии для обеспечения устойчивости работы электроэнергетических систем.....	85
Иванов Т.Д., Гарифуллин М.Ш. Накопители электроэнергии в распределительных сетях 6-10 кВ.....	88
Иксанова Э.Р., Козлов В.К., Валиуллина Д.М., Валиуллин С.Р. Визуальное определение характеристик трансформаторного масла.....	91
Калентьева Н.Е., Мухаметжанов Р.Н., Каминский С.О., Губарев Н. Компаративный анализ систем обнаружения препятствий БПЛА.....	95
Каминский С.О., Мухаметжанов Р.Н., Губарев Н. Обеспечение надежности и безопасности в сетях с microgrid.....	99
Каминский С.О., Мухаметжанов Р.Н., Губарев Н. Проблемы и пути решения интеграции сетей microgrid в современные энергетические системы.....	103
Картузов П.Н., Валиуллина Д.М., Валиуллин С.Р. Современные способы повышения эффективности систем передачи электрической энергии.....	107
Леушин А.О., Маклецов А.М. Диагностика силовых трансформаторов напряжением 110 кв.....	110
Магомедов Ш.М. Методы повышения пропускной способности линий электропередачи.....	114
Макумби Рональд Несимметричные режимы работы электрических сетей напряжением 0,4кВ.....	117
Махмудов Т.Ф. Использование унифицированного контроллера потока мощности при демпфировании колебаний мощности.....	119
Менг А.А. Функциональные свойства тонких пленок цирконата-	122

титаната свинца для устройств микро- и наноэлектроники.....	
Молодова К.К., Мухаметжанов Р.Н. Методы технической диагностики силовых трансформаторов.....	126
Нугманов Х.С., Сандаков В.Д. Проблемы защиты подстанций от набегающих волн перенапряжений и помех подстанций 110 кв.....	129
Османов А. З. Использование осциллографа для контроля частичных разрядов.....	132
Павлов А.О. Преобразователь частоты для регулирования асинхронного двигателя.....	135
Павлов И.С., Воркунов О.В. Роботизированный контроль кабельных линий электропередач.....	138
Печенкин Я.О., Мухаметжанов Р.Н. Компаративный анализ технических характеристик и функциональных возможностей реклоузеров 10 кВ.....	142
Пигалин А.А., Хакимзянов Э.Ф., Галиев И.Ф. Модернизация распределительной сети с применением PSS SINCAL.....	146
Полякова Д.А., Козлов В. К. Эффективность использования изолированной нейтрали в сетях 10 кВ.....	149
Рафаилов К. О., Сабитов А. Х. Система световой маркировки для проводов линии высокого и среднего напряжения типа ССМ.....	152
Рахманкулов Ш.Ф., Гарифуллин М.Ш., Галиев И.Ф. Микросервисная архитектура для построения процесса обработки данных онлайн-хроматографии.....	156
Рочева Я.О. Генерация и потребление электрической энергии с целью сохранения экологии в современном мире.....	160
Савельева Д.А., Куракина О.Е. Аспекты влияющие на срок службы воздушной линии при проектировании электрических сетей.....	162
Саттаров Р.Е. Автоматизированная система контроля возникновения замыканий на корпусе электрооборудования.....	165
Ситдинов К.А., Минкин А.С. Методы контроля гололедных отложений на воздушных линиях электропередачи.....	168
Смирнов Д. А., Фомин К. Д., Ефимов В. А., Галиев И. Ф., Гарифуллин М. Ш. Разработка модели схемы выдачи мощности газодвигательной мини-ТЭС в программном комплексе PSCAD.....	172
Стрельников А.В., Шагалиев Р.И., Брызгалов Д.А. Контроль состояния устройств РПН силовых трансформаторов.....	176
Субханова А.М., Куракина О.Е. Особенности регулирования напряжения в распределительных сетях малой генерации.....	180
Субханова А.М., Куракина О.Е. Мобильные трансформаторы, их технические характеристики и области применения.....	184

Таха М.Э.М., Гиниатуллин Б.И., Галиев И.Ф., Гарифуллин М.Ш. Разработка комплекса оборудования схемы выдачи мощности газодвигательной мини-ТЭЦ.....	188
Тухфатуллин И. Р. Сравнение частотных характеристик линий среднего и высокого напряжений.....	191
Феоктистов Д.И., Воркунов О.В. Оптоволоконный датчик измерения температуры контактных соединений в электроустановках.....	194
Хаертдинова А.И., Максимов В.В. Технология двойного преобразования энергии для стабилизации напряжения.....	198
Хайруллин Р. И. Регулирование напряжения с помощью компенсирующих устройств.....	201
Хамидулин И.Р. Использование сервисно-ориентированной архитектуры для проектирования энергетических систем.....	205
Хамидуллин И.Н, Маслов С.Ю. Система мониторинга и борьбы с гололедообразованием.....	208
Хантимеров И.М. Термические методы борьбы с обледенением на воздушных линиях электропередачи.....	211
Хвостовец О.А., Хвостовец Р.О. Влияние влаги на свойства бумаги, используемой в качестве изоляции в обмотках трансформаторов.....	214
Хорьяков А.И. Инновации в генерации и передаче электроэнергии: перспективы и проблемы.....	217
Черепенькин И. В., Павлов А.Э., Гарифуллин Р.Р., Павлов П.П. Выбор оптимальной схемы построения зарядной электрической станции для электромобилей.....	220
Шагалиев Р.И., Брызгалов Д.А., Стрельников А.В. Методы поиска мест повреждения кабельных линий электропередачи 6-10 кВ.....	224
Шагалиев Р.И., Стрельников А.В., Брызгалов Д.А. Применение современных компактных воздушных линий электропередач.....	227
Шагалиев Р.И., Брызгалов Д.А., Стрельников А.В. Системы непрерывного контроля состояния трансформатора.....	230
Шарипов Б.Ф., Максимов В.В. Применение электрической детандерной установки для повышения эффективности и надежности на газовых компрессорных станциях.....	233
Шарифуллин Р.Р., Валиуллина Д.М., Валиуллин С.Р. Оптимизация средств при техническом обслуживании и ремонте подстанционного оборудования.....	236
Широбоков Е.А. Условия включения объектов распределенной генерации в единую энергетическую систему.....	240
Шкарупа И.А. Мониторинг остаточного ресурса изоляции кабельных линий 6-10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена.....	242

Юдина А.Е., Сабитов А.Х. Моделирование различных режимов работы электрической сети сверхвысокого напряжения в MATLAB SIMULINK...	245
Яковлева Е.В., Воркунов О.В. Ограничение токов короткого замыкания с помощью линейного реактора.....	248
Янгиров А.Ю., Максимов В.В. Применение сверхпроводников в энергетике.....	251
Яхин Ш.Р., Галиев И.Ф., Гизатуллин А.Р. Оценка целесообразности проведения мероприятий по модернизации распределительных сетей.....	254

НАПРАВЛЕНИЕ 2: РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИ СИСТЕМАХ

Алексеев Ф.В., Писковацкий Ю.В. Методы борьбы с гололедными образованиями на линиях электропередач.....	257
Афанасьева В.В. Роль диспетчерского центра в эксплуатации и управлении умными сетями.....	260
Ахтямзянов И.Р. Внедрение цифровых технологий связи с устройствами РЗА.....	263
Билалов Р.Р. Внедрение интеллектуальных разъединителей в целях повышения надёжности электроснабжения.....	267
Гайфиева Л.Ф. Проверка расчетов ТКЗ при помощи имитационного моделирования в программном комплексе ENERGY TKZ.....	270
Гатина Д.Р. Воздействие гололёдно-изморозевых отложений на работу высокочастотных защит ЛЭП.....	274
Гранская А.А., Мустафин Р.Г., Касимов В.А. Применение технологии синхронизированных векторных измерений для выполнения функций релейной защиты.....	277
Даминов А.И. Внедрение программного комплекса «RASTRWIN3» в учебный процесс студентов казанского государственного энергетического университета.....	280
Зинатуллин А.Р. Исследование эффективности работы автоматики под влиянием двигательной нагрузки.....	283
Косорлуков И.А., Тимченко М.С., Строчков А.В. Разработка модели УРЗА с гибкой логикой в составе программы расчета режимов электрической сети.....	286
Кофман Г.Л. Вопросы информационной безопасности на цифровых подстанциях.....	289
Лоиков Н.М. Мониторинг функционального состояния силовых трансформаторов цифровых подстанций.....	292
Мавляутдинов Л.Р., Писковацкий Ю.В. Системы заземления нейтралей в сетях среднего напряжения.....	295

Мударисов Р.Р. Анализ существующих защит от однофазных замыканий на землю.....	298
Радивоевич А.В., Мустафин Р.Г. Применение оптических трансформаторов тока и напряжения на цифровой подстанции.....	301
Сагиров В.Р. Проблема защищенности цифровой подстанции от кибератак.....	304
Селиванов П.Р., Гавриленко А.Н. Определение оставшегося срока эксплуатации изоляции турбогенератора с помощью тепловой модели....	307
Фаретдинов И.С. Исследование предельного времени провала напряжения для предприятий со сложным технологическим процессом...	310
Хайруллин Т.И., Светлова Е.Д. Оценка погрешностей расчета параметров схемы замещения линий электропередачи сверхвысокого напряжения по данным синхронизированных векторных измерений.....	313
Хвостовец Р.О., Хвостовец О.А. Разработка системы диспетчерской автоматизации и управления электрической нагрузкой.....	316
Хисматуллин А.И. Разработка алгоритма автоматизированного расчета параметров схемы замещения эквивалента понижающей подстанции.....	319

НАПРАВЛЕНИЕ 3: ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Акмалов Ф.И., Хуснутдинов А.Н. Анализ влияния показателя магнитной индукции на работу электродвигателей электропоездов.....	322
Атласов Д.П. Использование светодиодов в энергосбережении: достоинства и недостатки.....	325
Бабаджанян А.В. Оптимизация систем энергоснабжения удаленных и изолированных территорий за счет управления энергетической гибкостью.....	328
Белей В.Ф., Коротких К.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения: проблемы и некоторые пути их решения.....	331
Вагапов А.И. Применение метода TDOA для локализации дефектов в высоковольтных изоляторах.....	335
Гареев А.Р. Применение вольтодобавочных трансформаторов для регулирования напряжения в распределительных сетях предприятия.....	338
Гельдыева Р.А. Сравнительный анализ прозрачного и опалового рассеивателя в производственном цеху.....	341
Гиззатуллин Р.Р. Особенности эксплуатации комплектных распределительных устройств в цифровой подстанции.....	345
Губайдуллин Г.Р. Трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ со	

встроенной электрозаправочной станцией.....	348
Зубрилов М.К. Разработка системы резервного питания ответственных электроприемников собственных нужд 0,4 КВ от источника бесперебойного питания на электростанции.....	351
Ибатуллин Э.Э., Петров Т.И. Тенденции в оптимизации конструкции статора синхронных двигателей с постоянными магнитами.....	354
Ившина П.П., Цветков А.Н. Организация каналов измерения электрических величин зарядных станций.....	357
Ильясова И.И. Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий. выбор осветительных приборов.....	360
Исхаков М.М. Автоматизированные системы управления приборами учета тепловой энергии и теплоносителя.....	364
Кадырмятов Ю.Р. Оптимизация систем освещения дорожных тоннелей.....	367
Кашафутдинова Т.Ф. Ввод резерва с использованием программируемых устройств.....	371
Латыпов Е.С., Белоусов Р.А., Гапеев А.Н., Анфиногенов А.Ю., Артемьев А.В., Валиулин М.В., Валиулина А.И., Рябинова К.О., Федчишин В.В., Фискин Е.М. Опыт цифровизации трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ ОГУЭП «ОБЛКОММУНЭНЕРГО» г. Иркутска.....	374
Маслов С. Ю., Хамидуллин И.Н. Регулятор температур для промышленной печи по термообработке материалов.....	378
Мингазов З.Т. Автоматизация работы с электрическими сетями и обеспечение их надежности.....	381
Нагимуллина А.Л., Гаффанова А.Р. Система автоматизации распределительных сетей с применением технологии ATS на основе RTU.....	384
Петров А.Р., Мифтахова Н.К. Исследование температуры нагрева контактов низковольтных коммутационных аппаратов.....	387
Петрова Р.М., Мифтахова Н.К. Оценка надежности схем внутризаводского электроснабжения.....	390
Петров Т.И. Модернизация стенда измерения вращающего момента синхронных двигателей.....	394
Саидгараева Р. Р. Принципы работы преобразователей переменного тока в системах электроснабжения.....	397
Сафин А.И. Интеллектуальные системы контроля пропускной способности ЛЭП на базе FACTS.....	400
Севастьянов Е.С. Существующие типы зарядок электробусов их преимущества и недостатки.....	403
Султанова Р.Р. Система измерения электромагнитных параметров для	407

физической установки токамак КТМ.....	
Толочманова М.А., Валиуллина Д.М., Валиуллин С.Р. Анализ качества электроэнергии в системе электроснабжения.....	410
Хайруллин А.С. Использование программируемых реле в системе автоматизации промышленного предприятия.....	414
Хахимзянов Э.Ф., Агзамов М.Ф., Зиннатов И.Р. Определение перегрузочной способности силовых трансформаторов.....	417
Хамидуллин А.А. Актуальность и виды систем микрогенерации.....	420
Хамидуллин И.Н, Маслов С.Ю. Система мониторинга и борьбы с гололедообразованием.....	423
Хасанова А.Х., Вахитов Х.Ф. Контроль системы смазки поршневого компрессора.....	426
Шайдуллин Ф.Р. Применение нейросетей для иллюстрирования диспетчерского интерфейса верхнего уровня АСУ ТП.....	429
Tsvetkova A.A. Application of danfoss ECL comfort controllers in water heating systems.....	432

НАПРАВЛЕНИЕ 4: ТРАНСФОРМАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ЭКОНОМИКА, ПОЛИТИКА, ПЕДАГОГИКА, КОММУНИКАЦИИ

Абдуллина А.А., Мугинов А.М. Экономический анализ эффективности применения альтернативных источников энергии на примере компании RAVEGEN.....	435
Абдуллина А.А. Экономический анализ эффективности применения мультивихревого сепаратора.....	438
Афанасьев М.В. Трансформация архитектуры принятия решений в энергетическом секторе.....	441
Баранов Д.А. Модернизация алгоритма программы управления комплектной трансформаторной подстанции газового промысла на заполярном нефтегазоконденсатном месторождении.....	444
Валиева Э.Р. Факторы обеспечения стабильности и эффективности работы энергетической системы.....	448
Велюго Ю., Арзамасова А.Г. Политика развития электротранспорта в России.....	451
Газиева А.Р. Аспекты ESG-трансформации предприятия энергетического сектора.....	454
Галяутдинова А.Р. Исследования по оценке влияния кибератак на технологические процессы, реализуемые в процессе диагностики энергетического оборудования.....	457
Гарифов Р.И. Искусственный интеллект в системах.....	460

диспетчеризации.....	
Гибадуллина А. А. Основные аспекты проектирования информационной системы для предприятий топливно-энергетического комплекса.....	463
Гильмутдинова З.А., Несмейко А.В. Экономическая оценка внедрения сепарационного устройства с двутавровыми элементами в покрасочно-сушильной камере.....	466
Гиниятуллина Л.Р. Оптовый рынок электроэнергии Российской Федерации.....	469
Горшков Т.С. Нейросетевые системы обнаружения атак в информационной среде.....	472
Давлетбаев Р.З., Сандаков В.Д. Применение метаэвристических методов для решения электроэнергетических задач.....	475
Дубровская М.О. Энергетическое планирование: проблемы и подходы.....	478
Емдиханов Р.А. Показатели умственной работоспособности студентов – первокурсников.....	481
Жаткин А.С. Развитие управленческого учета с помощью цифровых технологий в условиях ухода иностранных поставщиков ERP систем.....	484
Зайногабдинов Р.Р., Мухаметжанов Р.Н., Каминский С.О. Оценка аспектов подготовки эксплуатационного персонала для успешной реализации процессов цифровизации в электроэнергетической отрасли.....	487
Зайногабдинов Р.Р., Мухаметжанов Р.Н. Цифровизация электроэнергетической отрасли.....	491
Залялетдинов А. Г., Сандаков В. Д. Проблемы и перспективы цифровой трансформации электроэнергетик.....	495
Зинатуллина Р. Р. Роль визуализации и компьютерного моделирования в энергетике.....	498
Игошина Д.А., Камалиева З.З. Планирование стратегического развития энергокомпаний на примере АО «Татэнергосбыт».....	501
Ильина Д.И. Разработка программного средства для годового отчета на российском продукте fastreport.....	504
Кадырмятов Ю. Р. Оптимизация систем освещения дорожных тоннелей.....	507
Кобелева А.С. Энергетика нового поколения.....	511
Коданева А.В. Моделирование процесса оптимизации товарных	

остатков.....	515
Кузеев Д.Р., Якупов Н.М. Разработка схемы для платы модуля цифровой индикации.....	518
Кузеев Д.Р., Якупов Н.М. Разработка схемы стенда двухпозиционного терморегулятора.....	522
Кузеев Д.Р., Якупов Н.М. Разработка платы модуля цифровой индикации.....	525
Кутилина К. А. Особенности коммуникации преподавателей и студентов в энергетическом университете.....	529
Лазуркевич Э.И. Современное состояние и перспективы развития искусственного интеллекта в условиях цифровой экономики.....	532
Латфуллина Г.Э., Арзамасова А.Г. Политика регулирования дистанционного труда и удаленной работы.....	535
Латыпов Т.И. Влияние кибербезопасности на функционирование релейной защиты в электроэнергетике.....	538
Mayorova E.S. Optimizing electric charging infrastructure deployment for sustainable urban mobility with simulation modeling.....	541
Майорова Е.С. Анализ рынка зарядной инфраструктуры электромобилей.....	544
Мансор И.М Проблемы производительности приложений, построенных на платформе arpmachine.....	547
Мигманова А.Д. Инвестиции в электроэнергетике.....	550
Михеев М. Майнинг криптовалют как проблема в сфере энергетики России.....	553
Мосолков Р. Д. Использование машинного обучения для прогнозирования средневзвешенной цены реализации дизельного топлива с нефтеперерабатывающих заводов в республике Татарстан.....	556
Мухамедзянов Э.А., Токтаров И.В., Мухаметзянов Р.Р., Павлов А.Э., Гарифуллин Р.Р. Устройство технического зрения беспилотного транспорта на базе инфракрасного дальномера GP2Y0A021.....	563
Мухамедзянов Э.А., Токтаров И.В., Мухаметзянов Р.Р., Павлов А.Э., Гарифуллин Р.Р. Устройство технического зрения беспилотного транспорта на базе инфракрасного дальномера HC-SR04.....	567
Мухаметзянов И.И. Работа с большими данными в условиях антироссийских санкций.....	571
Несмейко А.В., Гильмутдинова З.А. Техничко-экономическое сравнение различных классификаторов для получения мелкодисперсного сыпучего материала.....	575
Нуриаслямова Р.Р. Применение искусственного интеллекта в	578

энергетике.....	
Питерский Н.С. Анализ принципа работы технологии Digital Electricity в сетях элеткроснабжения.....	581
Рахимкулова С.Р. Электросамокаты как инструмент коммерческой микромобильности в крупных городах.....	585
Рахимкулова С.Р., Хизбуллина Р.Р. Молодые специалисты как социально-трудовой ресурс энергетических предприятий.....	590
Рочева О.А., Рочева Я.О. Диспетчеризация и управление в электроэнергетике в современных условиях.....	594
Рочева О.А., Нургалиев Р. К., Рахимова А.В. Внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом.....	596
Рочева О.А., Нургалиев Р. К. Преимущества автоматизации процесса получения пекового кокса.....	598
Рустемова А. Ш. Роль финансовых инструментов в переходе к устойчивой энергетике: исследование механизмов финансирования проектов по развитию возобновляемых источников энергии.....	601
Садриев Р. Р. Искусственный интеллект и машинное зрение.....	604
Сайфутдинова А.И., Сайфутдинов З.Г. Обзор методов краткосрочного прогнозирования электропотребления в электроэнергетике.....	607
Салимов Р.Р. Проблемы производительности приложений, созданных на платформе Unity.....	610
Салимов Р.Р. Применение искусственного интеллекта в агропромышленном комплексе.....	613
Салимов Р.Р. Искусственный интеллект и его роль в машинном зрении..	616
Сафина К.И. Роль образования в устойчивом энергопотреблении.....	619
Сафина Ф.Д., Хабибуллина И.И. Энергетическое партнерство и стратегия импортозамещения в современных условиях.....	622
Селезнев Д.К. О комплексе региональных мер стимулирования спроса на электромобили.....	626
Селезнев Д.К., Юсупова И.В. Рекомендации для разработки мастер-плана и долгосрочному плану социально-экономического развития казанской агломерации.....	629
Семенов М. А. Использование современных it-технологий в банковской сфере.....	634
Столяров И.С. Интернет пиратство: методы борьбы.....	637
Столяров И.С. Применение виртуальной реальности в сфере образования.....	640
Сулейманов Э.Р. Программа для голосового пользовательского взаимодействия с использованием chatGPT.....	643

Сутулов Д.С. Принципы развития ESG в энергетическом секторе России.....	647
Тарасов Н.Д. «Умный город»: перспективы развития.....	650
Фальченко А.Д, Наталевич М.В. Тенденции развития цифровизации энергетики.....	653
Фаттахова А.А. Особенности преподавания истории в техническом университете.....	656
Хайруллин Б.К. Проектирование информационно-аналитической системы для мониторинга подключения клиентов к сети сотовой связи.....	659
Хамидулин И.Р. Использование сервисно-ориентированной архитектуры для проектирования энергетических систем.....	663
Хананов Р. А. Подходы к понятиям «результативность» и «эффективность» управления.....	667
Чугайнова А. Роль энергоменеджмента в повышении эффективности деятельности предприятия.....	670
Шамсутдинова А. Э. Цифровизация энергетики: россия на пути к технологическому первенству.....	673
Шиховцева А.Н. Разработка математического обеспечения для расчета показателей создания зоны отдыха в офисе.....	676
Шыхалиева Э.Л. Инновационные технологии в энергетике: путь к экономическому прогрессу.....	679
Юнусова Л.И. Маркетинговые исследования и их особенности в энергетике.....	682
Юсупова Р.И. Оптимизация энергопотребления с помощью интернета вещей.....	685
Якупов И.А. Разработка практической схемы радиоприемника на базе отладочной платы NUCKEO-G431KB.....	689
Якупов И.А. Галиев И.Ф. Трансформации в электроэнергетике.....	692
Ямилова А.Ф. Влияние энергетической трансформации в борьбе с изменением климата на экономику России.....	696

НАПРАВЛЕНИЕ 5: ПЕРВЫЕ ШАГИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ

Самматов М.Р., Никифоров Н.В., Тактамышева Р.Р. Достоинства вакуумных выключателей.....	699
Танеева Я.М., Танеева А.В. Пробоподготовка трансформаторного масла.....	702
Файзрахманов М.А. Применение солнечных панелей при эксплуатации жилого дома в с. Царево, Пестречинского района Республики	

Татарстан.....	705
Халитов К.Р., Хайруллин Т.А., Тактамышева Р.Р. Способы гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах более 1 кВ.....	709
Хамидов И.Ш., Миндубаев Т.Л., Тактамышева Р.Р. Вибродиагностика как метод неразрушающего контроля.....	712
Юн Я.Р., Фатхуллин Б.М., Тактамышева Р.Р. Достоинства и недостатки элегазовых выключателей.....	715

Научное издание

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»,
ПОСВЯЩЕННАЯ 55-ЛЕТИЮ КГЭУ

8-10 ноября 2023 г.

Материалы конференции

Публикуются в авторской редакции

Электронное издание

Подписано в печать 28.12.2023.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 42,2. Уч.-изд. л. 31,58.
Заказ № 501/эл.

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51



ISBN 978-5-89873-655-2

