XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

20–22 октября 2022 г.

Материалы конференции

АО «СО ЕЭС»

НАДЁЖНАЯ СМЕНА

КГЭУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Министерство энергетики Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

АО «Системный оператор Единой энергетической системы»

Благотворительный фонд «Надежная смена»

XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

20–22 октября 2022 г.

Материалы конференции

Казань
2022

Организаторы конференции

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»

АО «Системный оператор Единой энергетической системы»

Благотворительный Фонд «Надежная смена»

При поддержке

Министерство энергетики Российской Федерации

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Информационный партнер

Журнал «Электроэнергия. Передача и распределение»

УДК 621.3
БКК 31.2
С 30

Рецензенты:

зам. гл. диспетчера по оперативной работе Филиала
АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана *Р. Р. Альтапов*;

канд.техн.наук, доцент ФГБОУ ВО «КГЭУ» *А. М. Маклецов*

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

С30 **XVII Всероссийская открытая молодежная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике» :** материалы конференции (Казань, 20–22 октября 2022 г.) / редкол. А. Г. Арзамасова (отв. редактор). – Казань: ООО «Фолиант», 2022. – 382 с.

ISBN 978-5-89873-607-1

Опубликованы материалы XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции по научным направлениям: электроэнергетические системы и сети: генерация, передача и потребление электрической энергии; релейная защита и автоматизация энергосистем; электроснабжение и электрооборудование; трансформации в энергетике: экономика, политика, коммуникации.

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
БКК 31.2

ISBN 978-5-89873-607-1

© КГЭУ, 2022
Оформление ООО «Фолиант», 2022

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
ректора ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
Абдуллазянова Эдварда Юнусовича

Уважаемые участники, организаторы и гости конференции!

Я рад приветствовать вас на XVII Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике» проводимой в стенах Казанского государственного энергетического университета.

За более чем полувековую историю деятельности, Казанский государственный энергетический университет, при поддержке руководства Республики и энергетических предприятий активно развивает материально-техническую базу. Отвечая на растущий запрос со стороны государства и компаний в области энергетики и цифровизации, осуществляет подготовку высококвалифицированных инженерных и научных кадров для энергетической отрасли. Именно наши выпускники пополняют отечественную экономику надежными кадрами, трудящимися на благо процветания родной страны.

На базе университета созданы центры и лаборатории помогающие наглядно изучать и исследовать новейшие достижения в сфере энергетики. Открываются специализированные кафедры, которые готовят квалифицированные кадры для отрасли. Строятся общежития, дающие спокойствие в занятии учебной и научной деятельностью.

Наше мероприятие объединяет талантливых и активных студентов, аспирантов, молодых ученых, специалистов профильных вузов и предприятий энергетической отрасли из разных городов России и ближнего зарубежья. Подобные мероприятия очень важны. Участие в конференции раскрывает молодежи широкие возможности для реализации своего потенциала, для дальнейшего карьерного развития в энергетике и науке.

Желаю всем участникам конференции успешной работы, новых научных идей, интересного общения и приобретения профессиональных и дружеских контактов!

Ректор ФГБОУ ВО «КГЭУ»
Эдвард Юнусович Абдуллазянов

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
первого заместителя директора – главного диспетчера
Филиала АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана
Двинянинова Игоря Владимировича

Рад приветствовать Вас на XVII Всероссийской открытой молодежной научно-практической конференции «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике»!

Диспетчерское управление в электроэнергетике – это направление, которому не обучают в профильных ВУЗах. Это совместная работа специалистов различных направлений и профессий: оперативная работа диспетчеров, планирование режимов энергосистемы, релейная защита и автоматика, связь и автоматизация.

Тематическая направленность конференции предоставляет молодым людям хорошую возможность сконцентрировать внимание на определенной области – диспетчерском управлении в электроэнергетике, конкретизировать и углубить свои профессиональные знания в этой области и научиться детально разбираться в важных аспектах технологий, применяемых в электроэнергетике.

Ценность подобных мероприятий состоит в том, что молодые люди получают опыт коммуникаций в профессиональном энергетическом сообществе. Подобные конференции с одной стороны создают интерес и дают стимул к исследовательской работе, научной деятельности, повышают профессиональную эрудицию ребят, выбравшими энергетику своей будущей профессией, с другой стороны предоставляют возможность нам, работодателям, познакомиться с молодыми, энергичными специалистами, стремящимися к профессиональному росту, любящими свою профессию и подискутировать с ними в плоскости конкретных отраслевых проблематик и задач». Надеюсь, что работа Конференции даст новый импульс профессиональному развитию его участников.

Желаю всем участникам и организаторам Конференции плодотворной работы, конструктивного диалога и эффективного взаимодействия!

С уважением и наилучшими пожеланиями,
Первый заместитель директора-главный диспетчер
Филиала АО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана
Игорь Владимирович Двинянинов

а каскадным разрушением взаимосвязей между элементами («эффект домино»). В перспективе нейросетевые средства смогут занять лидирующее положение среди компонентов математического обеспечения цифрового двойника энергосистемы. Здесь возникает ряд перспективных направлений дальнейших исследований.

Источники

1. Панов М.К., Хмелев И.И., Смирнов А.П. Нейронные сети на службе энергетиков // Открытые системы. СУБД, 2016. – №4. – С. 39-41.
2. Ugurlu U., Oksuz I., Tas O. Electricity price forecasting using recurrent neural networks // Energies, 2018. Vol. 11. Iss. 5. Art. No. 1255. 21 p. doi: 10.3390/ en11051255.
3. Bhattacharya B., Sinha A. Intelligent subset selection of power generators for economic dispatch // arxiv.org, 2017. arxiv:1709.02513 [cs.CE]. https://arxiv.org/abs/1709.02513.
4. Zhao R., Yan R., Chen Z., Mao K., Wang P., Gao R.X. Deep learning and its applications to machine health monitoring // Mech. Syst. Signal Pr., 2019. – Vol. 115. – P. 213-237.
5. Rudin F., Li G.-J., Wang K. An algorithm for power system fault analysis based on convolutional deep learning neural networks // Int. J. All Research Education Scientific Methods, 2017. – Vol. 5. Iss. 9. – P. 11-18.
6. Alzakkar, A. Estimation of load angle of synchronous turbo-generator model TGH-32 / A. Alzakkar, N. Mestnikov, Yu. Samofalov // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2022. – Vol. 14. – No 2(54). – P. 40-47. EDN EMMACU.

УДК 621.311.4

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

Галяутдинова А.Р. , Низамиев М.Ф
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
Alsu296@yandex.ru, marat.nizamiev.90@mail.ru
Науч. рук. проф. Ившин И.В.

В данной работе рассматривается возможность применения методов машинного обучения для оценки технического состояния оборудований трансформаторной подстанции 35/6(10) кВ.

Ключевые слова: машинное обучение, оборудование, трансформаторная подстанция, техническое состояние, прогнозирование, система мониторинга, методика, цифровизация.

Цифровизация топливно-энергетического комплекса во всем мире привела к активному внедрению цифровых технологий и платформенных решений во все сегменты отрасли. Особо следует выделить проблему надежности систем электроэнергетики, как один из главных аспектов обеспечения энергетической безопасности в мире. Обеспечение высокой надежности электроэнергетических объектов и систем является основным требованием, предъявляемым к ним. Переход из системы планово-предупредительных ремонтов к системе проведения технического обслуживания и ремонта по фактическому состоянию оборудования становится все более актуальным [1].

Сегодня машинное обучение является эффективным инструментом обработки данных, но вопрос его корректного применения до сих пор является активно обсуждаемым. Машинное обучение – одна из форм искусственного интеллекта, которая использует данные и алгоритмы для имитации человеческого обучения, неуклонно повышая его точность с течением времени. Основной задачей алгоритмов машинного обучения является обобщение данных, поэтому машина ищет закономерности исключительно в тех данных, которые выбрал разработчик.

Одной из главных проблем при моделировании в электроэнергетике интеллектуальных систем с помощью алгоритмов машинного обучения является корректная постановка задачи машинного обучения и отнесения ее к одной из условно возможных категорий:

1. задаче регрессии – прогнозирование непрерывной зависимой переменной из ряда независимых переменных;
2. задаче классификации – разделение или упорядочивание объектов по заранее известным классам;
3. задаче кластеризации – разделение объектов на группы в зависимости от их схожести при условии, что их перечень кластеров заранее четко не задан и определяется в процессе работы алгоритмов, в том числе одной из подзадач кластеризации является определение наличия связи внутри кластеров [2].

Объектами оценки технического состояния являются основное оборудование трансформаторной подстанции 35/6(10) кВ: силовой трансформатор, высоковольтный выключатель, разъединитель, ОПН, кабельные линии.

На рис. представлена концепция оценки технического состояния оборудования ТП 35/6(10) кВ. На первом этапе осуществляется сбор и обработка данных, полученных из системы мониторинга ТП 35/6(10) кВ. Далее применяется методика оценки технического состояния, который определяет интегральный показатель технического состояния оборудований [3]. На третьем этапе применяется метод машинного обучения – метод регрессии для прогнозирования. И для выбора управляющих воздействий применяется генетический алгоритм.

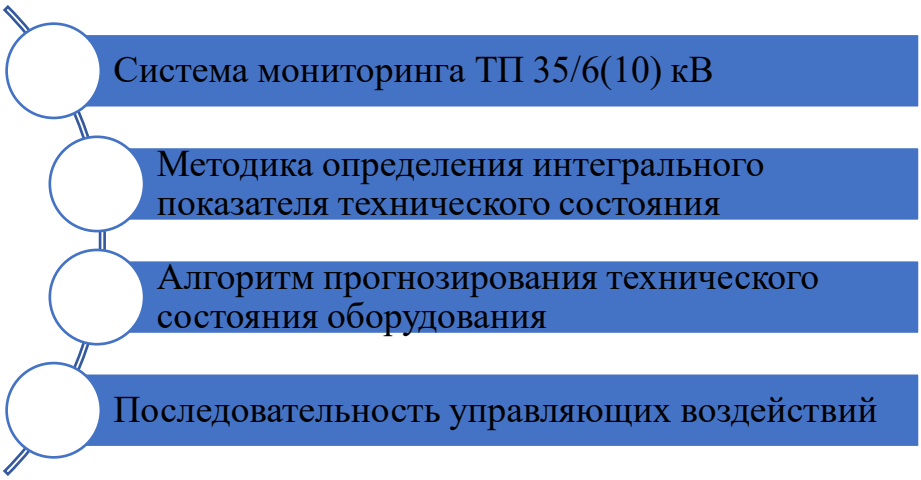

Рис. Концепция оценки технического состояния оборудования ТП 35/6(10) кВ

Следовательно, при оценке технического состояния оборудования ТП 35/6(10) кВ возможно применить методы машинного обучения, что существенно сокращает время на обработку данных и создает интеллектуальную систему оценки [4].

Таким образом, для решения электроэнергетических задач применим машинное обучение. Сложность разработки интеллектуальных систем в электроэнергетике на системном уровне заключается в том, что современные высококвалифицированные специалисты в области электроэнергетики не обладают в полном объеме требуемыми компетенциями в области Data Science, а высококвалифицированные Data Science и IT-специалисты не представляют в полном объеме всей физики процессов генерации, передачи и потребления электрической энергии.

Источники

1. Галяутдинова А.Р., Владимиров О.В., Низамиев М.Ф. и др. Разработка системы мониторинга технического состояния основного оборудования трансформаторной подстанции 35/6(10) кВ // Материалы

Международной молодежной научной конференции Тинчуринские чтения - 2021 «Энергетика и цифровая трансформация», Казань, 28-30 апреля 2021 г. Т.1 – С. 97-101.

2. Khalyasmaa A., Matrenin P., Eroshenko S. Averaged Errors as a Risk Factor for Intelligent Forecasting Systems Operation in the Power Industry // Proceedings of the 2021 Ural-Siberian Smart Energy Conference, USSEC 2021. 2021: 192-196.

3. Ившин И.В., Галяутдинова А.Р., Владимиров О.В., Низамиев М.Ф., Усманов И.К. Методика онлайн оценки технического состояния трансформаторной подстанции 35/6(10) кВ по коэффициенту экспресс-анализа // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Т. 23. № 4. – С. 14-26.

4. Vladimirov O., Galyautdinova A., Ivshin I., Nizamiev M., Usmanov I. Equipment and Data Transmission System for Express Analysis of the Technical Condition of the Main Equipment of the 35/6(10)kV Transformer Substation // Lecture Notes in Civil Engineering, 2022, 190. – С. 122–134 .

УДК 654.924.5

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЯХ

Зиангиров А.Ф., Мугинов А.М.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
[1]zinaydar@mail.ru, aqwewerr@gmail.com

В статье рассказано об актуальности пожарной безопасности в электроустановках, а также представлен созданный образовательный пожарный стенд, который поможет студентам получить знания по обращению с оборудованиями пожарной сигнализации.

Ключевые слова: противопожарная сигнализация, пожарные извещатели, оповещатели, блок защитный коммутационный, пульт контроля и управления охранно-пожарный, резервный источник питания, установка пожаротушения.

По статистике число пожаров в России из-за неисправностей электроустановок составляет около 10-30 % от их общего числа (в зависимости от места установки). Таким образом на промышленных предприятиях подобные пожары наносят огромный материальный ущерб. По этой причине обеспечение пожарной безопасности, в частности в местах, где установлены электрооборудования, играют огромную роль как для снижения экономических потерь, так и для обеспечения безопасности здоровья и жизни персонала [1].

Научное издание

XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»

20–22 октября 2022 г.

Материалы конференции

Подписано в печать 09.11.2022.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 22,2. Уч.-изд. л. 16,9.
Тираж 30 экз. Заказ № 5261.

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «Фолиант»
420111, г. Казань, ул. Профсоюзная, д. 17 В