ISBN 978-5-6046580-6-2
9 785604 658062

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Материалы конференции

1

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 1

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

cigre Россия · РОССЕТИ · НАДЁЖНАЯ СМЕНА · КГЭУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

АО «Системный оператор Единой энергетической системы»

Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»

Российский национальный комитет международного совета по большим электрическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ)

Благотворительный фонд «Надежная смена»

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021 «ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 1

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова

Казань
2021

УДК 620.9
ББК 31.3
Т42

Рецензенты:

канд. техн. наук, зав. кафедрой «Электрические станции» ФГБОУ ВО «СамГТУ» доц. А.С. Ведерников;

д-р техн. наук, проректор по НР ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова (зам. гл. редактора), А.Г. Арзамасова

Т42 **Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация».** В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. Междунар. молод. науч. конф. (Казань, 28–30 апреля 2021 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: ООО ПК «Астор и Я», 2021. – 559 с.

ISBN 978-5-6046580-6-2 (т. 1)
ISBN 978-5-6046580-3-1

Опубликованы материалы Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2021 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области электроэнергетики и электроники по следующим научным направлениям: электроэнергетические системы и сети, надежность, диагностика; электроснабжение; промышленная электроника и светотехника, электрические и электронные аппараты; перспективные материалы и направления развития физики, химии, математики и материаловедения; электротехнические комплексы и системы; энергоэффективность и энергобезопасность производства; системная автоматика, релейная защита и противоаварийное управление в электроэнергетических системах; инженерная защита окружающей среды и безопасность труда на производстве; возобновляемые источники энергии и безопасность; контроль, автоматизация и диагностика электроустановок электрических станций и подстанций.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

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

УДК 620.9
ББК 31.3

ISBN 978-5-6046580-6-2 (т. 1)
ISBN 978-5-6046580-3-1

© КГЭУ, 2021
Оформление ООО ПК «Астор и Я», 2021

Секция 5. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 629.3.069

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРЯДА LI-ION БАТАРЕИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР

М.Ф. Агзамов[1], М.Н. Симонова[2], Э.Ф. Хакимзянов[3], П.С. Логинов[4], Р.А. Галиев[5]
[1,2,3,4]ООО ИЦ «ЭнергоРазвитие», г. Казань
[1,2,3,5]ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
[3]ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань
agzamovmf@energo-razvitie.ru

Представлено исследование процесса заряда Li-ion батарей электромобилей в условиях пониженных температур. Результаты исследования показаны в виде графиков изменения параметров режима заряда батареи электромобилей. Были получены закономерности, позволяющие оценить характеристики процесса заряда аккумуляторных Li-ion батарей электромобилей. В анализируемый период был осуществлен заряд двух электромобилей марок Nissan Leaf, Audi E-Tron с батареей Li-ion. Замеры производились с помощью цифрового многофункционального счетчика коммерческого учета с функцией контроля качества электроэнергии. В заключении представлены выводы о влиянии низких температур на время заряда батареи электромобиля.

Ключевые слова: электромобиль, заряд батареи электромобиля, электро-зарядная станция.

Развитие инфраструктуры электрических зарядных станций (ЭЗС) формирует условие для повышения интереса к электромобилям. С одной стороны, рост парка электромобилей значительно уменьшит количество вредных выбросов в атмосферу и значительно снизит уровень шума в городе, с другой стороны, эксплуатация электромобиля в условиях пониженных температур создает для их владельцев определенные трудности при заряде батареи, так как территория Республики Татарстан характеризуется умеренно-континентальным типом климата средних широт, с теплым летом и умеренно-холодной зимой. Самый тёплый месяц года – июль, самый холодный – январь, все четыре сезона года очень хорошо выражены.

Оценка погрешностей моделирования, вызванных допущением о равенстве нулю индуктивности якоря, производилась путем сравнения величин перерегулирования σ переходных характеристик.

На основе анализа полученных графиков переходных характеристик можно сделать вывод о том, что приемлемое значение погрешности перерегулирования получается при $T_э < \frac{T_м}{30}$.

При больших значениях электромагнитной постоянной времени наблюдается значительная разница в переходных характеристиках, т. е. реальная переходная характеристика контура скорости, полученная с учетом индуктивности якоря, будет иметь большее перерегулирование по сравнению с расчетной, полученной без учета индуктивности якоря.

Источники

1. Бутаков В.М., Гаязов Р.Р., Самигуллин Р.Р. Применение стандартных настроек в электроприводе постоянного тока // Технические науки: от вопросов к решениям: сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 2018. Т. 3. С. 35–39.

2. Бутаков В.М., Гатин Б.Ф., Павлов С.В. Стандартные настройки и их применение // Актуальные вопросы науки и техники: сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.-практ. конф. Самара, 2016. Т. 3. С. 141–144.

УДК 621.3.019.3

ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ АППАРАТУРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Н.Ж. Закирова, Е.С. Снежинская, А.Р.Абдуллина, П.П.Павлов
[1]ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
[1]zakirova_nargiza29.01.96@mail.ru , [2]evasnezh@mail.ru, [3]77aida77@gmail.com,
[4]pavlov2510@mil.ru[3]

Современные автоматизированные системы, применяемые в энергетике, представляют собой совокупность технических комплексов различного назначения и принципов действия. Задачи, выполняемые подобными комплексами, осуществляется с помощью аппаратных и программных средств. Их выбор зависит от принципов действия, типа конструкции. Под аппаратными средствами понимается контрольно-проверочная аппаратура (КПА). Конструктивный тип деления КПА не всегда совпадает с функциональным типом. Это происходит по причине того, что элементы функционального устройства могут находиться в разных блоках. Одной из основных задач КПА

является обнаружение, поиск и локализация отказов. Для решения этих задач рекомендуется использовать свойство отказоустойчивости аппаратуры. В основе обеспечения отказоустойчивости лежат процессы диагностирования и принятие многоальтернативного решения о техническом состоянии КПА.

Ключевые слова: надежность, технический комплекс, система, контроль, диагностирование, техническое состояние, локализация отказа

Современные энергетические системы (ЭС) относятся к сложным техническим системам (СТС) и состоят из совокупности технических комплексов (ТК) различного назначения и принципов действия, в том числе цифровых средств управления, контроля и диагностики.

Наиболее важным и сложным является комплекс контрольно-проверочной аппаратуры (КПА), входящий в состав системы управления и контроля (СУ и К) объектами ЭС. Такие ТК должны соответствовать установленным требованиям по надежности [1].

Одной из основных задач такого комплекса является обнаружение, поиск и локализация отказов возникающих в аппаратуре СУ и К.

В процессе функционирования в КПА возникают отказы. Для предотвращения появления и устранения появившихся отказов существует несколько основных направлений:

– предотвращение возникновения отказов;

– улучшение ремонтопригодности;

– обеспечение устойчивости аппаратуры к отказам (отказоустойчивость).

Реализация первого направления на данном этапе развития науки и техники не позволяет полностью исключить появление отказов. При реализации второго направления выполнение задачи комплексом задерживается, а в случае отсутствия резервных элементов (блоков) – срывается. Третье направление связано с отказоустойчивостью, под которой понимается свойство КПА продолжать выполнение своих функций с вероятностью не ниже заданной при возникновении в ней неисправностей (отказов). В основе обеспечения отказоустойчивости лежат процессы диагностирования и принятие многоальтернативного решения о техническом состояния КПА по результатам ее самоконтроля [2].

В современных ЭС свойство отказоустойчивости их КПА используется не в полной мере, так как это не предусмотрено существующей стратегией самоконтроля и действующими инструкциями по эксплуатации (ИЭ). В основе принятия решения лежит двух альтернативная схема, когда любой отказ, возникший в КПА, рассматривается как отказ всей КПА

и влечет за собой прекращение подготовки комплекса к применению. Однако не все отказы приводят к невозможности функционирования КПА, поскольку отдельные из них приводят лишь к потере части присущих ей функций. Поэтому третье направление является наиболее перспективным, особенно в отношении КПА современных ЭС [3, 4].

Проведенный анализ задач, выполняемых КПА, показал, что КПА реализует некоторую совокупность функций в зависимости от выполнения конкретной задачи. Каждая функция КПА реализуется определенной совокупностью аппаратных средств, которые частично пересекаются между собой. В результате, структура КПА может быть представлена в виде совокупности функциональных частей, каждая из которых необходима для реализации конкретной функции или совокупности функций. Это дает возможность оценить степень влияния конкретного отказа с учетом его принадлежности к определенной функциональной части на возможность реализации КПА своих задач [5].

Количество функций в перспективных ЭС имеет тенденцию к увеличению, что отрицательно влияет на безотказность КПА и затрудняет поддержание ее на высоком уровне традиционными приемами. Это требует разработки новых путей снижения влияния отказов КПА на результат подготовки аппаратуры СУ и К к применению.

Неодинаковая значимость отказов из-за принадлежности к различным функциональным частям КПА позволяет, изменяя алгоритма функционирования КПА, исключить проверки, в которых задействованы поврежденные области (элементы). Изменение алгоритма функционирования КПА при отказах можно осуществлять по принципу исключения поврежденных областей с последующим продолжением работы с оставшимися функциями, т. е. использовать свойство отказоустойчивости аппаратуры [6].

Таким образом, необходимость обеспечения отказоустойчивости КПА за счет автоматизированного выявления и локализации возникающих отказов является актуальной научной задачей. Для ее решения необходимо разработать КПА с гибким алгоритмом самоконтроля, который может изменяться в зависимости от вида отказа и условий эксплуатации комплекса. Такой алгоритмом самоконтроля должен учитывать функциональную структуру КПА, возможность оценить степень влияния отказа в различных ее функциональных частях на конечный результат процесса проверки работоспособности и определить целесообразность продолжения функционирования всей системы [7].

Источники

1. Будкин А.Н., Солдатенко С.Н. Концепция создания систем контроля и диагностики современных (перспективных) технических объектов // Контроль и диагностика общей техники. 1992. С. 44–45.

2. Comprehensive Test Procedure for Digital Instruments and Devices of Automated Versatile Systems / E.M. Khusnutdinova [et al.]. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 915, Is. 1.

3. Тарасов А.А. Минимизация времени функциональной реконфигурации распределённой отказоустойчивой системы / Надежность. 2011. № 2 (37). С. 24–29.

4. Pavlov P.P., Butakov V.M., Khusnutdinov A.N. Methods of Optimizing the Troubleshooting Parameters of Electric Power Facilities // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 915, Is. 1.

5. Мукимов А.Х., Сидорова А.А.. Диагностика тяговых электрических двигателей // Молодежная наука в xxi веке: традиции, инновации, векторы развития: матер. Междунар. науч.-исслед. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов и старшеклассников. 2018. С. 87–88.

6. Identification of electric traction in the urban electric transport system / A.E. Auhadeev [et al.] // IOP Conf. Ser.: Materials Science and Engineering, 2019. Vol. 643, Is. 1.

7. Гараева А.Р., Корольков А.Ю., Соловьева С.И. Поиск отказов в сложных технических системах // Актуальные вызовы современной науки: матер. IX Междунар. науч. конф. Переяслав-Хмельницкий, 2017. Вып. 9, ч. 2. С. 65–67.

УДК 656.1/+681.3.06

КОМБИНАТОРНАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ

М.А. Истопленников[1], Н.Ж. Закирова[2], Е.С. Снежинская[3]

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

[1]istoplennikov97@mail.ru, [2]zakirova_nargiza29.01.96@mail.ru, [3]evasnezh@mail.ru

Науч. рук. П.П. Павлов

Рассмотрены современные энергетические системы (ЭС) относящиеся к сложным техническим системам. Решение задач по обнаружению, поиску и локализации отказов возникающих в аппаратуре цифровых приборов и устройств ЭС обеспечиваются

Научное издание

ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 28–30 апреля 2021 г.)

Материалы конференции

В трех томах

Том 1

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Компьютерная верстка О.В. Цветковой
Дизайн обложки Ю.Ф. Мухаметшиной

Подписано в печать 26.05.2021.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 32,49. Уч.-изд. л. 23,04.
Тираж 30. экз. Заказ № 5229.

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

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО «45»
420044, г. Казань, пр. Ямашева, д. 36