

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Центр компетенций в области энергетики



**Международный
научно-образовательный конгресс молодежи**

«ЭНЕРГИЯ ЗНАНИЙ»

сборника научных статей

26 ноября 2024 года

УДК 620.9
ББК 31
Э65

Энергия знаний: сборника научных статей Международного научно-образовательного конгресса молодежи (26 ноября 2024 года); Юго-Западный государственный университет/ Под ред. Новиков Е.П.. - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2024. – 271 с.

ISBN 978-5-00261-052-5

Сборник содержит тексты докладов курских учёных, российских и иностранных аспирантов и студентов, представленных на Международном научно-образовательном конгрессе молодежи «ЭНЕРГИЯ ЗНАНИЙ», который проходил 26 ноября 2024 года в Юго-Западном государственном университете, г.Курск, Россия.

Сборник включает научные статьи по направлениям: Общие вопросы энергетики; IT-технологии в энергетике; Инновации и технологическое развитие отрасли.

Статьи печатаются в авторской редакции.

ISBN 978-5-00261-052-5

УДК 620.9
ББК 31

© Юго-Западный государственный университет, 2024
© Авторы статей, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

АЛТУХОВ И.Н., МАРХУЛЕНКО А.Л. ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	7
БАДУЛИН М.А., ДЕГТИМИРОВА А.Ю. СПЕЦИФИКА ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	11
БАКЛАНОВА Л.И. ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	15
БИКТИМИРОВА Г.Р. ПРОБЛЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ГОРОДСКИХ СЕТЯХ	19
БУГОРСКИЙ И.А. МЕХАНИЗМЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	24
ВАСИЛЕНКО Д.Г., МАРХУЛЕНКО А.Л. ИНТЕГРАЦИЯ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ: ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОМФОРТУ	30
ВОРОБЬЕВА А.Ю., СУКМАНОВА Я.А., БРУСЕНЦЕВ Н.С. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	34
ГАЛЕЕВ Р.И., САЛЬНИКОВА К.В. АКТУАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ	38
ДЕГТЕРЕВА Д.Д. СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАДАЧ ПО РАЗВИТИЮ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОЕКТОВ РОССИИ И АФРИКИ	45
ДЕГТИМИРОВА А.Ю., БАДУЛИН М.А. ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ	52
ЗАБОЛОТСКИХ М.О. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	57
ЗАГРЕВСКАЯ О.В. СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	60
ЗАРИПОВ А.Р. ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	66
ЗАРИПОВ А.Р. АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	69
ЗАРИПОВА Д.Н. ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ УЛУЧШЕНИЕ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ	73
ЗАРИПОВА Д.Н. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГОСЕТЕЙ	75
ЗАСЫПКИНА А.М., ПИТИНОВА Д.С., КОМОВ Д.Д. К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	79
ЗУЕВ Е.А., СВИНУХОВ П.М. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ	84
ИСМЕНДЕЕВ Д.С., МАЛЕНКОВА Л.А. ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕРОК БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ НА ОПЛАТУ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УИС	88

КАНУННИКОВ И.А., ЗОЛОТУХИНА О.О., МИТРОФАНОВ А.В. УЯЗВИМОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ	91
КАНУННИКОВ И.А., ДРАЧЕВ Я.В. СИЕМ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОЙ ОТРАСЛИ	95
КАРИМУЛЛИН Б.Р. БЛОКЧЕЙН В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ	99
КАРИМУЛЛИН Б.Р. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ	102
КОМОВ Д.Д., ЗАСЫПКИНА А.М., ПИТИНОВА Д.С. АНАЛИЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	104
КОРМАШОВ А.И., КРУПНОВ А.Е., МЕШЕЛЕВА Т.Д. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ	108
КОРМАШОВ А.И., КРУПНОВ А.Е., МЕШЕЛЕВА Т.Д. РЕКОНСТРУКЦИЯ ИТП ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ	110
КУЗНЕЦОВА Э.М. РОЛЬ IT-ТЕХНОЛОГИЙ В УСТОЙЧИВОМ БУДУЩЕМ ЭНЕРГЕТИКИ: ОТ ПРЕДСКАЗАНИЙ ДО АВТОМАТИЗАЦИИ	113
КУЗНЕЦОВА Э.М. ИННОВАЦИОННЫЕ IT-ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПУТЬ К УМНЫМ СЕТЯМ И УСТОЙЧИВОМУ БУДУЩЕМУ	115
КУЗЬМИНА В.М., ЛЕВШАКОВА С.Р. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ С ГОСУДАРСТВАМИ ЕВРОПЫ И АЗИИ В СФЕРЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	118
КУНШКАЛИЕВА А.К., ДОРОШЕНКО С.С., МЕЛЬНИКОВ И.Н. ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ	121
ЛЕВШАКОВА С.Р., КУЗЬМИНА В.М. МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО ПЕРЕХОДУ К ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	123
ЛЫСЯКОВ И.А. ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	125
МАРКЕВИЧ А.И.Г., КУЗЬМИНА В.М. СОТРУДНИЧЕСТВО ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА СО СТРАНАМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	130
МИШИН И.О., СВИНУХОВ П.М., БРУСЕНЦЕВ Н.С. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ	133
МОДЕНОВ М.Ю., КУН К.Б., ЦОЙ Е.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	138
МОДЕНОВ М.Ю., ЧУКАНОВ А.Н., КУН К.Б. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМИ ИННОВАЦИОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ	143
МУКОНИНА Ю.Г. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	146
МУРАДЯН Э.А., ДОБРИНОВА Т.В. КАЧЕСТВО КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ	153

МУРАДЯН Э.А., ДОБРИНОВА Т.В. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЯХ.....	157
МУСАЕВ Ж.С., БЕЙСЕМБАЕВА А.М. К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ИЗНАШИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС И РЕЛЬСОВ	161
МЫНЖАСАРОВА М.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЯХ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ	165
ОБОЯНЦЕВ А.А., КУЛЕШОВА Е.А. ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ	170
ПАВЛОВ Е.В., РОМАНОВ В.О. КОЛЛЕКТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ	175
ПАНЬКОВ Д.Н. ВОПРОСЫ ПЕРЕВОДА СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ.....	179
ПАРАКШИН В.С., ВАЙНЕР Л.Г. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОПАСТИ ВИНТА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА В CAD-CAE СИСТЕМЕ	181
ПАТРИКЕЕВ Д.И., КОСИЛОВА Е.А. ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ: АНАЛИЗ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТЕЙ	185
ПИТИНОВА Д.С., КОМОВ Д.Д., ЗАСЫПКИНА А.М. АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ИНФРАКРАСНЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ	192
ПОПОВ В.П. ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ	195
РОМАНОВ Г.А., КУЛЕШОВА Е.А. ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ	197
РЯБИТЧЕНКО Д.В., МИШИНА Е.И., ШАТОХИН И.А. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	202
РЯБОВ Н.А. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШЛАГ-БАКЕНОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ КОВКИ В РОТАЦИОННО-КОВОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ	207
САЛАФОНОВ Э.Р., ВАЙНЕР Л.Г. АНИМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В CINEMA 4D	214
СЕДЫХ А.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОБОГРЕВА	218
СЕРГЕЕВ А.А., АНАЩЕНКОВ А.Н. РОЛЬ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ	221
СОЛОГУБОВА А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ	227
СУКМАНОВА Я.А., ВОРОБЬЕВА А.Ю., КИСЕЛЕВ А.В. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ: КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛЬ.....	229

ТАТАРЕНКОВ С.И., ЧЕРНЫШЕВ А.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКАМИ МИКРОРАЙОНА ГОРОДА	234
ТАТАРЕНКОВА Н.И., ЧЕРНЫШЕВ А.С. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ.....	239
ТИМОШЕНКО Д.А., ЗОЛУТУХИНА О.О., МИТРОФАНОВ А.В. ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ОТ КИБЕРУГРОЗ	243
ТИТОВ А.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ.....	249
ТРУСЕВИЧ А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ОПЕРАТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	251
УСМАНОВА Р.Р., МАРТЫНОВ Д.Ю. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУППЫ СПРИНКЛЕРНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ.....	254
УСМАНОВА Р.Р., МАРТЫНОВ Д.Ю. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....	258
ШЕРКУНОВА Д.А. СОЗДАНИЕ УМНЫХ СЕТЕЙ (SMART GRID) ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	261
ШЕРКУНОВА Д.А. СОЗДАНИЕ УМНЫХ СЕТЕЙ (SMART GRID) ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	265

УДК 004.056

АЛТУХОВ ИЛЬЯ НИКОЛАЕВИЧ, магистрант
МАРХУЛЕНКО АНАТОЛИЙ ЛЕОНИДОВИЧ, к.т.н., доцент
заведующий кафедрой информационной безопасности
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
e-mail: ilya.4ltuhov@yandex.ru

ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В СФЕРЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

В статье рассмотрены основные аспекты информационной безопасности в электроэнергетике и меры, которые необходимо предпринимать для её соблюдения. Также в работе рассмотрены основные угрозы кибербезопасности, влияющие на электроэнергетику, включая несанкционированный доступ, вредоносное программное обеспечение и атаки на инфраструктуру.

Ключевые слова: информационная безопасность, цифровизация, электроэнергетика, кибератаки, комплексная защита информации.

Современная электроэнергетика представляет собой сложную и высокотехнологичную систему, в которой критически важным аспектом является обеспечение надежности и безопасности функционирования [1]. С увеличением уровня цифровизации и внедрением интеллектуальных сетей, связанных с использованием информационных технологий, вопросы информационной безопасности становятся все более актуальными [2]. Кибератаки на электросистемы могут привести к серьезным последствиям, включая отключения электроэнергии, финансовые потери и угрозы для общественной безопасности [3].

Информационная безопасность в сфере электроэнергетики является одним из ключевых аспектов обеспечения надежности и стабильности работы энергетической системы [4]. В данном исследовании рассмотрены основные угрозы кибербезопасности, влияющие на электроэнергетику, включая несанкционированный доступ, вредоносное программное обеспечение и атаки на инфраструктуру. Исследования [5,6] подчеркивают важность разработки и внедрения комплексных стратегий защиты информации, которые обеспечат стабильность и эффективность энергетических систем. Основные аспекты, которые следует учитывать при проектировании защищенных систем, включают:

1. Защита от кибератак и взломов.

В современном мире киберпреступность становится всё более изощрённой и опасной. В сфере электроэнергетики кибератаки могут привести к серьёзным последствиям, таким как нарушение электроснабжения, аварии на объектах электроэнергетики и даже угроза жизни людей. Для защиты от кибератак необходимо использовать современные средства защиты информации, такие как антивирусное программное обеспечение, системы обнаружения вторжений и шифрования данных.

2. Соблюдение законодательства и стандартов.

В России существует ряд законодательных актов и стандартов, регулирующих информационную безопасность в электроэнергетике. К ним относятся Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», ГОСТ Р 58288-2018 «Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Общие положения» и другие. Соблюдение этих нормативных документов позволяет обеспечить надёжность и стабильность работы информационной инфраструктуры электроэнергетики.

3. Обучение персонала.

Важным аспектом информационной безопасности является обучение персонала правилам и методам обеспечения информационной безопасности. Сотрудники должны знать о возможных угрозах и рисках, связанных с информационной безопасностью, а также о мерах, которые необходимо предпринимать для их предотвращения. Обучение должно проводиться регулярно и включать в себя теоретические занятия, практические упражнения и тренинги по использованию средств защиты информации.

4. Мониторинг и анализ событий.

Для своевременного выявления угроз и аномалий в информационной системе электроэнергетики необходимо проводить мониторинг и анализ событий, происходящих в информационной инфраструктуре. Это может включать в себя сбор и анализ логов, мониторинг сетевых подключений и активности пользователей, а также использование систем обнаружения вторжений и анализа защищённости.

5. Резервное копирование и восстановление данных.

В случае возникновения аварийных ситуаций или кибератак важно иметь возможность быстро восстановить данные и информацию, потеря которых может привести к серьёзным последствиям. Для этого необходимо регулярно создавать резервные копии данных и хранить их в безопасном месте. Также следует разработать план восстановления данных и регулярно тестировать его.

Соблюдение мер информационной безопасности в сфере электроэнергетики является обязательным условием для обеспечения надежности и стабильности работы энергетической системы и ее телекоммуникационных составляющих [7,8]. Для этого необходимо использовать современные средства защиты информации, соблюдать законодательство и стандарты, обучать персонал, проводить мониторинг и анализ событий, а также обеспечивать резервное копирование и восстановление данных. Только комплексный подход к информационной безопасности позволит обеспечить надёжную работу электроэнергетической системы и защитить интересы потребителей электроэнергии.

Отдельно стоит выделить такой аспект, как обучение персонала, так как человеческий фактор является одним из самых слабых звеньев в цепи безопасности. Сотрудники могут стать причиной как намеренных, так и случайных утечек корпоративных данных. Обучение помогает снизить риск возникновения угроз безопасности, защитить от социальной инженерии, обеспечить соблюдение нормативных требований и улучшить репутацию компании.

Обучение персонала правилам информационной безопасности в сфере электроэнергетики включает следующие аспекты:

1. Теоретические занятия: ознакомление с основными понятиями и принципами информационной безопасности, законодательством и стандартами в этой области.

2. Практические упражнения: отработка навыков использования средств защиты информации, таких как антивирусы, системы обнаружения вторжений и шифрования данных.

3. Тренинги по применению методов и средств обеспечения безопасности: обучение сотрудников работе с различными инструментами и технологиями для защиты информации.

4. Тестирование знаний и навыков: проведение контрольных мероприятий для проверки усвоенного материала и определения уровня подготовки персонала.

5. Регулярное обновление и корректировка учебных программ: адаптация материалов и методик обучения к изменениям в законодательстве, технологиях и методах обеспечения информационной безопасности.

Обновление материалов и методик обучения в сфере информационной безопасности в электроэнергетике включает следующие аспекты:

1. Анализ изменений в законодательстве и стандартах, касающихся информационной безопасности в электроэнергетике. Изучение новых законов, правил и рекомендаций, которые могут повлиять на методы и средства обеспечения безопасности.

2. Внедрение современных технологий и методов защиты информации. Постоянное обновление антивирусного программного обеспечения, систем обнаружения вторжений и шифрования данных, чтобы обеспечить максимальную защиту от киберугроз.

3. Корректировка учебных программ и материалов. Адаптация теоретических занятий, практических упражнений и тренингов к новым требованиям и технологиям, чтобы сотрудники могли эффективно применять новые знания и навыки в своей работе.

4. Организация обучающих мероприятий и курсов повышения квалификации. Проведение семинаров, вебинаров, тренингов и конференций для специалистов в области информационной безопасности, чтобы они могли обмениваться опытом и знаниями, а также получать актуальную информацию о последних тенденциях и угрозах.

5. Сотрудничество с экспертами и специалистами в области информационной безопасности. Взаимодействие с представителями государственных органов, разработчиками программного обеспечения и производителями оборудования для получения консультаций и рекомендаций по вопросам обеспечения информационной безопасности в электроэнергетике.

Информационная безопасность в сфере электроэнергетики имеет огромное значение для обеспечения надёжности и стабильности работы энергетической системы. Она включает защиту от кибератак, соблюдение законодательства и

стандартов, обучение персонала, мониторинг и анализ событий, а также резервное копирование и восстановление данных. Комплексный подход к защите информации в электроэнергетическом секторе является необходимым условием для обеспечения устойчивости и безопасности функционирования данной критически важной инфраструктуры.

Во-первых, электроэнергетическая система включает в себя множество взаимосвязанных компонентов — от генерации и передачи до распределения и потребления энергии. Каждый из этих компонентов уязвим к различным видам киберугроз, и недостаточная защита одного элемента может привести к эффекту домино, вызывая масштабные сбои и аварии.

Во-вторых, с увеличением уровня автоматизации и интеграции информационных технологий в процессы управления энергосистемами возрастает сложность киберугроз. Атаки могут быть направлены как на физическую инфраструктуру, так и на программное обеспечение, что требует от операторов многоуровневой защиты, сочетающей технические, организационные и человеческие аспекты. Такой подход позволяет не только выявлять и предотвращать угрозы, но и оперативно реагировать на инциденты, минимизируя их последствия.

В-третьих, комплексный подход подразумевает взаимодействие между различными участниками сектора, включая государственные органы, регуляторов, поставщиков и потребителей энергии. Эффективная защита информации требует согласованных усилий, стандартов и практик, которые могут обеспечить целостность данных и безопасность процессов на всех уровнях. Это включает в себя разработку нормативных актов, внедрение передовых технологий и обучение персонала.

Наконец, глобальная природа современных угроз подразумевает, что кибербезопасность в электроэнергетическом секторе должна учитывать не только внутренние риски, но и потенциальные внешние воздействия. Комплексный подход позволяет создавать систему раннего предупреждения и реагирования, способную адаптироваться к меняющимся условиям и выяснять новые тенденции в области киберугроз, обеспечивая тем самым надёжную защиту критически важной инфраструктуры, позволяя эффективно противостоять современным вызовам и минимизируя последствия возможных инцидентов.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

2. Зарецкий, А. Д. Промышленные технологии и инновации / А. Д. Зарецкий, Т. Е. Иванова. – 2-е издание. – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ : Питер, 2018. – 480 с. – ISBN 978-5-4461-0639-4.

3. Технологии обеспечения безопасности информационных систем / А. Л. Марухленко, Л. О. Марухленко, М. А. Ефремов [и др.]. – Москва-Берлин : ООО "Директмедиа Паблишинг", 2021. – 210 с.

4. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.

5. Муслимова, К. И. Методика оценки рисков кибербезопасности АСУ ТП промышленного предприятия / К. И. Муслимова // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе : сборник материалов II Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием, Уфа, 23–24 мая 2019 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2019. – С. 31-36.

6. Чернов, Д. В. Построение комплексной системы информационной безопасности АСУ ТП / Д. В. Чернов, В. В. Котов, С. Ю. Борзенкова // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 27-32. – DOI 10.24892/RIJE/20230205.

7. Романов, Г. А. Применение транспортного протокола QUIC для повышения производительности передачи трафика / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 122-126.

8. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

УДК 004.056

БАДУЛИН МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ, магистрант
ДЕГТИМИРОВА АННА ЮРЬЕВНА, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: m1chaelalex01010@gmail.com

СПЕЦИФИКА ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В статье рассматриваются особенности тестирования на проникновение в технологических сетях. Рассматриваются не только технические аспекты, но и возможные последствия атак.

Ключевые слова: тестирование на проникновение, технологические сети, кибербезопасность, IT-инфраструктура, аудит безопасности.

Сегодня важнейшей задачей в области информационной безопасности является защита информационных и телекоммуникационных систем на промышленных объектах. С точки зрения информационной безопасности наиболее критичными являются системы управления энергоснабжением, водоснабжением, транспортом, а также потенциально опасные объекты и другие критически важные структуры [1].

Технологические сети – это системы, которые используются для передачи, обработки и управления данными и информацией в рамках различных техноло-

гических процессов [4]. В промышленных сетях обеспечивается интеграция аппаратного и программного обеспечения для оптимизации и автоматизации производственных процессов [2].

Первоначальным и весьма эффективным этапом в обеспечении безопасности таких систем служит проведение теста на проникновение в целевую автоматизированную систему. Такое тестирование помогает выявить и устранить критические уязвимости в архитектуре и компонентах системы. Несанкционированный доступ и вмешательство в работу таких систем приводит не только к финансовым потерям для компании, но и создает угрозу для жизни людей [5].

Целью данной статьи является исследование специфики тестирования на проникновение в технологических сетях, а также анализа потенциальных последствий, которые могут быть в случае, получения злоумышленниками доступа к этим системам.

С архитектурной точки зрения технологические сети чаще всего включают следующие компоненты, отличающие их от корпоративных:

1. Датчики и исполнительные механизмы. Эти устройства отвечают за сбор данных о технологических процессах и выполнение заданных команд. Датчики измеряют различные параметры (например, температуру, давление, уровень жидкости), в то время как исполнительные механизмы, такие как клапаны и электродвигатели, реализуют физическое воздействие на систему.

2. Контрольно-измерительная аппаратура. В данную категорию входят программируемые логические контроллеры и контроллеры распределенных систем. Эти устройства обрабатывают данные, полученные от датчиков, и принимают решения, основываясь на заданных алгоритмах и логике.

3. Системы мониторинга и управления. К ним относятся программные решения и интерфейсы, позволяющие операторам в реальном времени отслеживать состояние технологических процессов и управлять подключенными устройствами. Примерами таких систем являются SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) и MES (Manufacturing Execution Systems) [7]. SCADA системы обеспечивают высокоуровневый контроль и визуализацию данных, в то время как MES управляют производственными процессами на уровне заводов и производственных цехов, оптимизируя выполнение задач и отслеживая производительность.

Специалисты по тестированию на проникновение в технологических сетях сталкиваются с рядом проблем и трудностей, которые могут ограничивать эффективность их работы по выявлению уязвимостей.

В отличие от традиционной IT-безопасности, в области тестирования на проникновение в промышленных сетях отсутствует четкие стандарты. Это усложняет процесс тестирования, и затрудняет сравнение результатов между различными проектами. Каждая технологическая сеть по-своему уникальна. Даже если различные системы функционируют с использованием оборудования одного производителя, они могут иметь кардинальные отличия с точки зрения архитектурного построения системы [6]. Сети такого типа могут строиться как отдельным закрытым сегментом, так и работать поверх корпоративной сети. По-

нимание специфики оборудования и используемых протоколов требует значительного времени и ресурсов.

В большинстве случаев тестирования на проникновение влечет за собой необходимость получения доступа ко всем уровням сети, включая критические системы управления. Однако доступ может быть ограничен политиками безопасности или настройками оборудования, что затрудняет возможность полного тестирования и обнаружения потенциальных проблем.

Важной особенностью активного аудита безопасности в работающих системах является то, что он может приводить к сбоям в производственных процессах или влиять на нормальную работу оборудования. Это создает необходимость проведения тестов в строго ограниченные сроки и с минимальными последствиями для производительности систем. Альтернативным вариантом, является, использование специалистами тестовой среды для отработки атак на инфраструктурные решения, применяемых на данном предприятии.

Завершающим этапом работ по тестированию на проникновение является предоставление заказчику отчета, и в этом случае может возникнуть другая проблема. Отчеты о тестировании на проникновение могут быть технически сложными для восприятия специалистом, не знакомым с областью наступательной безопасности [5]. Это затрудняет процесс донесения информации о рисках до руководства и принятия необходимых мер.

Основными препятствиями на пути обеспечения информационной безопасности в таких системах являются: использование устаревшего программного обеспечения; наличие незащищенного подключения к корпоративным сетям и сети интернет; отсутствие антивирусных средств защиты информации; использование слабых паролей; некорректные настройки систем и сетевого оборудования.

Не смотря на сложности построения технологических сетей и особенности атак, существуют известные примеры компрометации подобных инфраструктур, которые отчетливо показывают важность кибербезопасности в сфере промышленных объектов.

1. Нарушение работы иранских ядерных центрифуг (2010): Атака вируса Stuxnet, обнаруженная в 2010 году, стала поворотным моментом в истории кибератак. Она была первой целенаправленной атакой на физическую инфраструктуру, использующей киберсредства для достижения разрушительных последствий. Stuxnet был разработан с одной конкретной целью – нарушить работу иранских ядерных центрифуг. Вредоносная программа использовала уязвимость в SCADA-системе от Siemens – Desigo Insight, которая широко используется для автоматизации зданий и жилых комплексов, аэропортов и т.д. Это говорит о «заточенности» червя на крупные промышленные и стратегические объекты [8]. Использование этих уязвимостей позволило вирусу замедлить или полностью вывести из строя центрифуги на иранских ядерных объектах, что нанесло значительный ущерб ядерной программе Ирана.

2. Атака на энергетическую сеть Украины (2015): Используя фишинговые атаки хакеры получили доступ в сеть. После чего злоумышленники начали по-

вышать свои права и изучать работу сети. Когда был получен доступ к SCADA-системе, хакеры начали планировать атаку. 23 декабря примерно в 15:30 они вошли в систему SCADA по чужим паролям через VPN и отправили команды на отключение заранее переконфигурированных UPS. Затем начали открывать доступ к подстанциям и отключать их одну за одной. Прямо перед этим была организована телефонная TDoS-атака на колл-центры энергетических компаний, чтобы потребители не могли дозвониться и преждевременно сообщить диспетчерам об отключении света [9]. Кроме «Прикарпатьеоблэнерго», в то же самое время были атакованы ещё два энергетических предприятия, так что общее количество выведенных из строя подстанций оказалось вдвое больше, а 230 000 жителей остались без электричества.

3. Остановка работы топливного трубопровода (2021): Colonial Pipeline – крупнейший оператор трубопроводов в Соединенных Штатах. Компания обеспечивает примерно 45% топлива для Восточного побережья. 7-го мая на сайте компании появилось сообщение о том, что Colonial Pipeline подверглась кибератаке. Позже стало известно, что компания стала жертвой вымогателя DarkSide [10]. Шифровальщик повредил ИТ-инфраструктуру, операторы не могли отслеживать состояние технологического процесса и сами остановили его. Трубопровод не функционировал в течение пяти дней, что спровоцировало дефицит бензина и дизельного топлива на Восточном побережье США.

В условиях растущей зависимости от цифровых технологий и увеличения числа кибератак, защита информационных систем становится одной из главных задач организаций. Применяя комплексный подход к тестированию на безопасность данных систем, имеется возможность выявить критические уязвимости, эксплуатация которых привела бы к серьезным последствиям. Приведенные выше примеры атак, показывают возможные последствия при компрометации подобных инфраструктур. Тестирование на проникновение технологических сетей является очень сложным, но важным процессом, который обеспечивает реальный взгляд на информационную безопасность чувствительных объектов.

Список литературы

1. Комплексная оценка информационной безопасности объекта с применением математической модели для расчета показателей риска / А. Л. Марухленко, А. В. Плугатарев, Л. О. Марухленко, М. А. Ефремов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2018. – Т. 8, № 4(29). – С. 34-40.

2. Реализация системы обнаружения вторжений с использованием нейронной сети / Е. А. Кулешова, А. Л. Марухленко, М. О. Таныгин [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – № 3(63). – С. 54-63. – DOI 10.54398/20741707_2023_3_54.

3. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

4. Смотрим на технологическую сеть глазами злоумышленников: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/pt/articles/671656/> (Дата обращения: 12.10.2024). – Текст: электронный.

5. Пример решения: Тесты АСУ ТП позволяют избежать реальной угрозы: сайт. – URL: https://www.cnews.ru/reviews/gynok_it_itogi_2012/articles/testy_asu_tp_pozvolayut_izbezhat_realnoj_ugrozu (Дата обращения: 10.10.2024). – Текст: электронный.

6. Промышленные VS офисные сети: построение, защита, подвохи, и как надежно отделить первые от вторых: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/companies/croc/articles/561432/> (Дата обращения: 14.10.2024). – Текст: электронный.

7. Безопасность SCADA систем: угрозы и защита систем автоматизации промышленных процессов: сайт. – URL: <https://cisoclub.ru/bezopasnost-scada-sistem-ugrozy-i-zashhita-sistem-avtomatizacii-promyshlennyh-processov/> (Дата обращения: 07.10.2024). – Текст: электронный.

8. Stuxnet: Вирус, изменивший правила кибервойн: сайт. – URL: <https://www.securitylab.ru/analytics/552157.php> (Дата обращения: 11.10.2024). – Текст: электронный.

9. Подробности о беспрецедентном взломе электрической сети Украины: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/articles/391439/> (Дата обращения: 09.10.2024). – Текст: электронный.

10. Темные хроники: к чему привела атака на Colonial Pipeline: сайт. – URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/publications/reports/2021/05/21/darkchronicles-the-consequences-of-the-colonial-pipeline-attack/> (Дата обращения: 08.10.2024). – Текст: электронный.

БАКЛАНОВА ЛИЛИЯ ИВАНОВНА, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
e-mail: baklanova.lolo@mail.ru

ОСНОВНЫЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В данной статье рассмотрены основные пути повышения надежности электрических сетей. Предложены мероприятия по обеспечению надежности работы российских потребителей.

Ключевые слова: электрические сети, надежность, повышение надежности, развитие электросетей.

Уровень повреждаемости системы определяется количеством отказов от нормального функционирования в течение года. Этот показатель включает неисправности электрооборудования, возникающие из-за ошибок обслуживающего персонала, грубых нарушений правил эксплуатации, воздействия агрессивных сред, а также ошибок, допущенных при монтаже или проектировании. При расчёте надёжности проектируемых объектов обязательно учитываются такие основные факторы, как ремонтпригодность и безотказность системы [1-6].

Ремонтируемые устройства характеризуются количеством отказов и наработкой на отказ. Интенсивность отказов установки служит примером её безотказного функционирования, однако данный параметр не распространяется на не ремонтируемые устройства и устройства, которые подлежат замене после первого отказа.

Ремонтпригодность также можно описать как среднее время восстановления и вероятность завершения ремонтных работ в установленные сроки. Режим работы, при котором прекращение электроснабжения не вызывает значительных

убытков, сбоев в технологических процессах или аварийных ситуаций, называется бесперебойным питанием.

Ремонтпригодность характеризуется возможностью обнаружения, предупреждения и оперативного устранения неисправностей путем выполнения ремонтных и технических работ [7-12].

Для обеспечения надёжного электроснабжения российских потребителей как в нормальных, так и в послеаварийных режимах необходимо выполнить следующие мероприятия, представленные на рисунке 1:

– минимизировать количество и продолжительность перерывов в подаче электроэнергии;

– обеспечить необходимое качество электрической энергии для устойчивой работы российских электроагрегатов при нарушении режима электроснабжения.

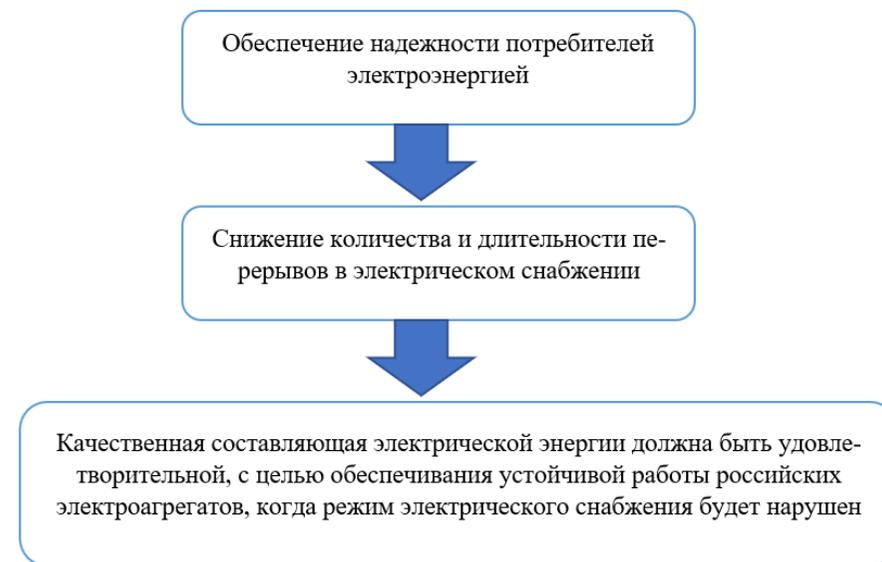


Рисунок 1 – Мероприятия по обеспечению надежности работы российских потребителей

Надёжность систем электроснабжения главным образом определяется схемными и конструктивными решениями, принятыми при их разработке. Существенное значение для повышения надёжности имеет рациональное использование резервных источников электропитания и надёжная работа каждого компонента системы, особенно электрического оборудования. Надёжность этого оборудования становится ключевым фактором в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Эти аспекты в минимальной степени зависят от проектировщика

системы. Наиболее оптимальным будет решение, учитывающее глубокое понимание специфики проектируемого предприятия. [13-18].

Развитие распределительных электросетей следует ориентировать на повышение надёжности, экономичности и качества электроснабжения потребителей. Для этого необходимо регулярно обновлять сети с использованием передовых технологий, что позволит превратить их в интеллектуальные (активно-адаптивные) системы.

Управляемость электросетей в дальнейшем может быть охарактеризовано многообразием следующих направлений в их развитии.

Перспективные направления развития электросетей представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Перспективные направления развития электросетей

С совершенствованием и развитием договорных рыночных отношений с пользователями электроэнергетики учёт случаев нарушения электрического снабжения требуется лишь для приобретения оценок надёжности функционирования электросети, а также для решения споров в отношении к претензиям потребителей по степени надёжности за год, согласованным и утверждённым в договорах. Уровень технического развития, в отношении к техническому развитию имеющегося измерительного обеспечения, который основывается на современных технологиях в обработке и передаче информационных сведений о параметрах электрорежима, которые синхронизированы во временном отношении при

помощи спутниковых систем, предоставляет возможность формирование эффективной системы мониторинга режимов (СМР). Одной из таких технологий является технология векторного измерения параметров режима – технология Wide – Area Measurement & Control Systems (WAMS/WACS), которая позволяет синхронным образом и с большой точностью осуществлять контролирование состояния энергетических систем [18-26].

Основной задачей эксплуатации электрических сетей является проведение технической диагностики. Для оценки состояния сетей проводится системный анализ данных, полученных при длительном мониторинге, с использованием современных информационных технологий. Применение систем технического мониторинга позволяет эффективно контролировать и управлять электрическими сетями, что делает использование математического моделирования и методов цифровой обработки данных важной составляющей процесса диагностики. Основным показателем для разработки стратегии технического обслуживания является информация о надёжности и текущем состоянии объектов. В связи с этим внедряются новые подходы к обслуживанию и ремонту, ориентированные на максимальное использование фактической надёжности оборудования. Однако наиболее перспективным и эффективным методом обеспечения эксплуатационной надёжности остаётся обслуживание с учётом контроля параметров.

Удалённый мониторинг позволяет повысить качество оценки технического состояния оборудования, что, в свою очередь, способствует принятию обоснованных решений. Современные высокоэффективные методы диагностики позволяют обнаруживать дефекты электрооборудования на ранних стадиях и обеспечивают контроль широкого спектра параметров.

Список литературы

1. Аюев Б.И. Новые подходы к мониторингу запаса устойчивости электроэнергетических систем / Б. И. Аюев, А. В. Жуков. / – Сб. докладов III Международной Научно – практической конференции «Энергосистема: управление, конкуренция, образование». – Екатеринбург: УГТУ, 2008
2. Нестеренко В. Л. Оперативно информационные комплексы и системы технологических задач / В. Л. Нестеренко, Ю. Д. Карасев.: – Энергоэксперт, 2013, № 2
3. Гамм А.З. Обнаружение грубых ошибок телеизмерений в электроэнергетических системах/ А.З. Гамм, И. Н. Колосок.: – Ново сибирск: Наука, 2000, 152 с.
4. Куско А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии. / А. Куско, М. Томпсон, пер. с англ. Рабодзея А.Н. М.: Додека-XXI, 2010 – 336 с.
5. Юсупов Р.Х. Основы автоматизированных систем управления технологическими процессами: Учебное пособие / Р. Х. Юсупов – М.: Инфра – Инженерия, 2018 – 132 с.
6. Ергин Д. А. В поисках энергии: ресурсные войны, новые технологии и будущее энергетики / Д. А. Ергин – М.: Альпина Пабли., 2016 – 712 с.
7. Мартишин С. А. Основы теории надёжности информационных систем: Учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 256 с.
8. Каштанов, В. А. Теория надёжности сложных систем [Электронный ресурс] / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. – 2 – е изд., перераб. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010 – 608 с.
9. Система мониторинга запасов устойчивости энергосистемы с использованием технологии векторного измерения параметров/ Демчук А.Т., [и др.] // Современные направления раз-

вития систем релейной защиты и автоматики энергосистем.: Сб. тр. Международной научно-технической конференции, Москва, 2009

10. Гамм А.З. Статистические методы оценивания состояния электроэнергетических систем./ А. З. Гамм – М.: Наука, 1976 220 с.

11. Бабин А. И. Автоматизированные системы мониторинга электропотребления и расчеты режимов электрических систем / Бабин А. И. // Успехи современного естествознания.: – 2008 – № 1

12. Иващенко В.А. Формализованное описание системы электроснабжения промышленных предприятий / В. А. Иващенко // Автоматизация и управление в машино – и приборостроении: сб. науч. статей. Саратов: СГТУ, 2005

13. Аюев Б. И. О системе мониторинга переходных режимов / Б. И. Аюев // Энергорынок. № 2 2006

14. Разработка и исследование эффективности технических средств и мероприятий по повышению надежности энергосистем / Кац П. Я. // – Изв. НТЦ Единой Энергетической Системы. 2015 № 2(73).

15. Основы современной энергетики в 2 т. : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ :Т 2 Современная электроэнергетика / под ред. Е. В. Аметистова. – М.: Издат. дом МЭИ, 2010 – 632 с.

16. Электрические системы. Электрические сети.: учеб. пособие для электроэнерг. спец. Вузов / ред. В. А. Веников. – 2 – е изд., пераб. и доп.. – М.: Высш. шк., 1998 -512 с.

17. Алиев И. И. Электротехника и электрооборудование: справ. / И. И. Алиев – М.: Высш. шк., 2010 – 1199 с.

18. Баринов В. А. Режимы энергосистем: Методы анализа и управления / В. А. Баринов, С. А. Совалов – М.: Энергоатомиздат, 199 с.

19. Оценка статической устойчивости электрических систем на основе решения уравнений установившегося режима / Веников В. А. [и др.] — Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт, 1971, № 5

20. Ушаков Е. И. Статическая устойчивость электрических систем / Е. И. Ушаков –: Новосибирск: Наука, 1988

21. Жданов П. С. Вопросы устойчивости электрических систем / П. С. Жданов – М.: Энергия, 1979

22. Тутундаева Д. В., Фишов А.Г. Новые возможности управления режимами электроэнергетической системы при измерении фаз напряжений в электрической сети / Д. В. Тутундаева, А. Г. Фишов // Оперативное управление в электроэнергетике. – 2009 – вып. 1

23. Шидловский А. К. Повышение качества в электрических сетях / А. К. Шидловский, В. Г. Кузнецов – К.: Наукова думка, 1985 – 268 с.

24. Борисов В. П. Электроснабжение электротехнологических установок / В. П. Борисов, Г. Я. Вагин – К.: Наукова думка, 1985 – 248 с.

25. Иванов В. С. Режимы потребления и качество электроэнергии систем электроснабжения промышленных предприятий / В. С. Иванов, В. И. Соколов. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 336 с.

26. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / Федоров А. А., Каменева В.В. – М.: Энергия, 1979 – 408 с.

БИКТИМИРОВА ГУЛЬНАРА РИФКАТОВНА, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
e-mail: biktimirova.gulya@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ГОРОДСКИХ СЕТЯХ

В данной статье рассмотрены основные проблемы компенсации реактивной мощности в городских сетях. Предложены мероприятия по повышению показателей качества электрической энергии.

Ключевые слова: электрические сети, качество электрической энергии, компенсация реактивной мощности.

В условиях постоянного роста энергопотребления, связанного с урбанизацией, развитием промышленных и бытовых нагрузок, роль реактивной мощности становится критически важной, поскольку её неконтролируемое воздействие приводит к значительным потерям энергии, снижению эффективности и надежности всей электрической системы.

Реактивная мощность, возникающая в системах передачи и распределения электроэнергии из-за индуктивных и ёмкостных нагрузок, вызывает потребность в компенсации, которая, в свою очередь, позволяет сократить энергетические потери и повысить эффективность использования электроэнергии. Основной задачей компенсации реактивной мощности является снижение доли реактивной составляющей в общей мощности сети, что уменьшает нагрузку на трансформаторы, улучшая качество электрической энергии, подаваемой конечным потребителям. Поскольку городские электросети характеризуются сложной топологией и множеством подключённых абонентов, потребление реактивной мощности распределяется неравномерно, что усугубляет проблему её компенсации.

В современных мегаполисах эта проблема приобретает особенно острый характер, учитывая высокую концентрацию промышленных предприятий, офисных и жилых зданий, оборудованных сложными инженерными системами, бытовыми приборами и техникой, создающими значительные нагрузки. Все эти устройства, при своей работе создавая реактивную нагрузку, воздействуют на общий баланс мощности в системе, снижая её эффективность. Недостаток или несоответствующая организация компенсации реактивной мощности может приводить к избыточным потерям, увеличению нагрева проводов, перегрузке трансформаторов, что, в свою очередь, ведёт к необходимости их частого обслуживания и преждевременной замене. На фоне данных факторов вопрос компенсации реактивной мощности становится особенно важным для повышения энергетической стабильности и устойчивости городских сетей [1-6].

Кроме того, внедрение новых методов компенсации реактивной мощности в городских электросетях тесно связано с требованиями стандартизации и метрологии, которые позволяют обеспечить единую техническую базу для измерения и контроля эффективности компенсирующих устройств и методов. Оптимизация параметров компенсации требует системного подхода, который учитывал бы как инженерные аспекты, так и нормативные и экономические требования. Международные и национальные стандарты регулируют основные характеристики компенсирующих устройств, методы их установки и контроля, создавая унифицированные подходы для эксплуатации и мониторинга систем электроснабжения в городах.

Снижение потерь электроэнергии - одна из задач энергосбережения, а их классификация представлена на рисунке 1.

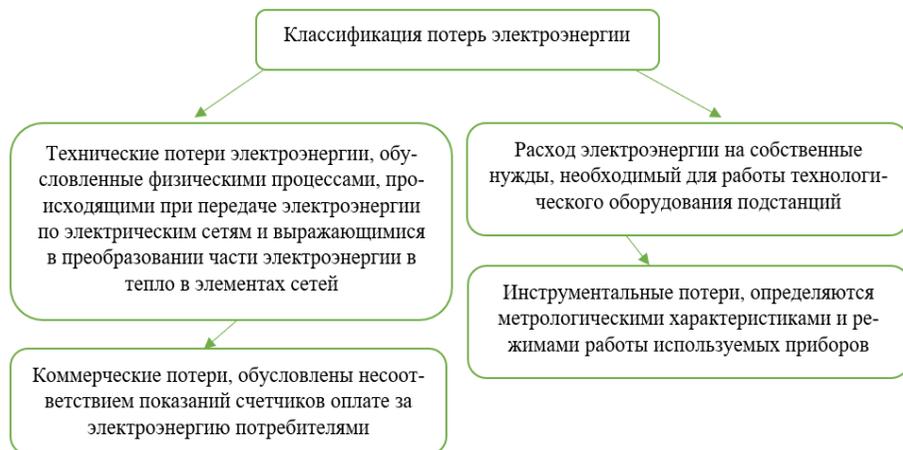


Рисунок 1 – Классификация потерь электроэнергии

Нагрузочные потери активной мощности в элементе сети с сопротивлением R при напряжении U определяются по формуле:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \quad (1)$$

В большинстве случаев величины активной (P) и реактивной (Q) мощности на элементах сети заранее неизвестны. Обычно известны лишь нагрузки в узловых точках сети, таких как подстанции. Эти параметры определяются с помощью измерений, проводимых по нормативным методикам, которые позволяют оценить их для различных периодов нагрузок, например, в сезонные пики и минимумы [7-10].

Теоретические основы реактивной мощности составляют фундаментальные понятия, лежащие в основе анализа работы электрических систем, и включают в себя понятия активной, реактивной и полной мощности, каждая из которых по-разному влияет на электрическую сеть. В основе этой концепции лежит то, что электрическая мощность, передаваемая по сети, может быть разделена на две основные составляющие: активную мощность, которая непосредственно выполняет работу и преобразуется в тепло, свет или движение, и реактивную мощность, не осуществляющую полезную работу, но необходимую для создания электромагнитного поля в индуктивных и ёмкостных нагрузках.

Таким образом, для решения задачи по компенсации реактивной мощности необходимо проводить работу в несколько этапов, представленных на рисунке 2.

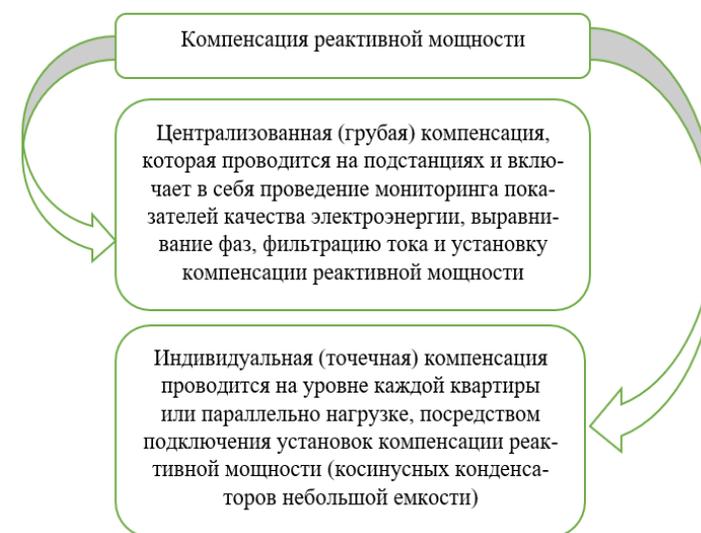


Рисунок 2 – Классификация компенсации реактивной мощности

Данная мера позволяет поддерживать синусоидальную форму тока, что значительно снижает технические потери. Аналогичные действия необходимо проводить и внутри электрических установок зданий.

Сложные электрические системы, характерные для городских сетей, представляют собой сочетание различного рода нагрузок, среди которых индуктивные устройства, такие как трансформаторы, электродвигатели и различные бытовые приборы, являются наиболее значимыми источниками реактивной мощности. Для поддержания этих нагрузок в работе требуется определённая доля реактивной мощности, которая, создавая электромагнитные поля, обеспечивает надёжную и стабильную передачу энергии. В отличие от активной мощности, реактивная мощность, в значительной мере циркулируя между источником и потребителем, не выполняет полезную работу, но вызывает рост тока в линии, что приводит к избыточным потерям энергии на нагрев и снижению КПД системы.

Коэффициент мощности, или $\cos \phi$, является ключевым параметром, характеризующим соотношение активной и полной мощности и показывающим, какая часть общей мощности используется эффективно. При низких значениях коэффициента мощности возрастает доля реактивной мощности, что увеличивает нагрузку на генераторы и линии передачи, требуя применения компенсирующих устройств. Значение коэффициента мощности важно для оценки эффективности работы сети: его снижение сигнализирует о росте избыточной реактивной мощности, что, в свою очередь, указывает на потребность в дополнительных методах компенсации для минимизации её воздействия.

Особенность реактивной мощности заключается в её влиянии на фазы напряжения и тока, что приводит к их сдвигу и созданию неравномерных нагрузок в сети. Эти фазовые сдвиги, неизбежные при работе индуктивных и ёмкостных нагрузок, ухудшают качество электрической энергии, повышая потери мощности, что особенно критично для городских сетей, обслуживающих многочисленные потребительские объекты с непрерывным спросом на электроэнергию. Наличие больших объёмов реактивной мощности может, таким образом, приводить к появлению значительных потерь при передаче энергии на большие расстояния, а также к перегрузкам оборудования, которые возникают из-за необходимости поддержания стабильного уровня напряжения и предотвращения аварийных отключений [11-14].

Необходимо поэтапное решение трех основных задач повышения качества электроэнергии и компенсации реактивной мощности, представленных на рисунке 3.



Рисунок 3 – Показатели качества электроэнергии

Компенсация реактивной мощности является одним из самых доступных, эффективных и простых методов снижения потерь электроэнергии как для потребителей, так и для электросетевых компаний, а также способом сокращения себестоимости производимой потребителями продукции.

Для понимания процесса компенсации реактивной мощности следует также учитывать природу её возникновения в сети. Индуктивные нагрузки, такие как двигатели и трансформаторы, требуют реактивной мощности для создания магнитных полей, что вызывает рост фазового тока и снижает эффективность передачи энергии. Ёмкостные нагрузки, напротив, обеспечивают "обратное" влияние на фазу, генерируя напряжение, опережающее ток. Компенсация реактивной мощности направлена на балансировку этих противоположных влияний, позволяя снизить фазовые сдвиги и оптимизировать поток мощности в сети.

Методы и технологии компенсации реактивной мощности играют ключевую роль в оптимизации работы электрических сетей, позволяя снизить энергетические потери, повысить коэффициент мощности и обеспечить стабильное функционирование городской энергосистемы. Эти методы можно условно разделить

на пассивные и активные, каждый из которых решает задачи компенсации с использованием различных технических решений и подходов, учитывающих специфические потребности городской инфраструктуры [15-17].

Список литературы

1. Клима И. Оптимизация энергетических систем. М.: Высш.шк., 1991-303с.
2. С.Е Соколов «Регулирование реактивной мощности и напряжения в электрических сетях». Алма-Ата, 1991. - 136с.
3. В.А Козлов «Городские распределительные электрические сети» -Энергоиздат 1982. - 174с.
4. Ю.С Железко «Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях» Энергоатомиздат 1989. - 175с.
5. Л.А Солдаткина «Регулирование напряжения в городских сетях» Энергия 1967г.
6. «Оценка целесообразной степени компенсации реактивной мощности в распределительных электрических сетях» Г.Трофимов Энергетика №4 декабрь 2007 года.
7. Воронцов В.Э., Калинин М.А. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Учебно-методическое пособие. – М.: ИПК госслужбы, 2002. – 64с.
8. «Нормирование, анализ и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях-2004» Информационные материалы Москва-2004г
9. Ковалев И.Н. Выбор компенсирующих устройств при проектировании электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 200с.
10. Ф.Ф Карпов «Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях». М., «Энергия», 1975. - 184с.
11. Клима И. Оптимизация энергетических систем. М.: Высш.шк., 1991-303с.
12. Савченко Н.А., Субботин О.В. Методы оптимизации энергетических систем Вестник ДГМА. Вып. 2(4) / ДГМА Краматорск, 2006. С.190 – 196.
13. Телеушев О.М. «Исследование графиков нагрузок коммунально-бытовых потребителей». Магистерская диссертация, АУЭС, Алматы, 2013г.
14. Каталог продукции АО «УККЗ» <http://www.ukkz.com/>
15. Тананова А.Д. «Оценка целесообразного уровня компенсации реактивной мощности при использовании НБСК», Магистерская диссертация, АУЭС. Алматы 2012г.
16. «Распределительные электрические сети национального достояния требующие государственного регулирования» Энергетика ноябрь 2006 с10-11.

БУГОРСКИЙ ИЛЬЯ АНДРЕЕВИЧ, магистрант

Научный руководитель -

СТАРЫХ СВЕТЛАНА АЛЕКСЕЕВНА, к.э.н., доцент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

ilya.bugorsky@yandex.ru, svetlana.staryx@mail.ru

МЕХАНИЗМЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В статье рассматриваются основные механизмы деятельности в сфере привлечения средств, анализируются современные подходы и перспективы развития. Особое внимание уделяется изучению различных инструментов финансирования, их преимуществ и недостатков, а также оценке эффективности применения этих механизмов на практике. Подробно описываются механизмы

деятельности в сфере привлечения средств, такие как краудфандинг, фандрайзинг, эндаумент и другие. Также рассматриваются примеры успешного применения этих механизмов, что позволяет оценить их эффективность и потенциал для дальнейшего развития.

Ключевые слова: привлечение средств; финансирование; краудфандинг; фандрайзинг; эндаумент; инвестиции; инструменты.

В условиях современной экономики, характеризующейся динамичностью и высокой конкуренцией, успешное развитие бизнеса, стартапов и проектов требует не только качественных идей, но и достаточного количества финансовых ресурсов. В связи с этим механизмы деятельности в сфере привлечения средств становятся ключевыми для обеспечения роста и стабильности.

В данной статье мы рассмотрим основные современные подходы к привлечению средств, а также перспективы их развития. Мы проанализируем различные методы финансирования, такие как краудфандинг, венчурное финансирование, инвестиции бизнес-ангелов и другие, а также оценим их преимущества и недостатки.

Краудфандинг как инструмент привлечения средств

Краудфандинг — это процесс сбора средств на реализацию проекта или идеи от большого числа людей через интернет. Он может быть использован для финансирования различных проектов, от стартапов до культурных инициатив [1]. Существует несколько видов:

Краудфандинг на основе пожертвований: средства собираются от людей, которые поддерживают идею или проект. Этот вид часто используется для финансирования благотворительных проектов [2].

Краудфандинг на основе кредитования: средства предоставляются в виде займов, которые должны быть возвращены с процентами. Этот вид используется для финансирования бизнес-проектов.

Краудфандинг на основе инвестиций: средства предоставляются в обмен на долю в проекте или компании. Этот вид используется для финансирования стартапов и других проектов, требующих значительных инвестиций.

Преимущества краудфандинга включают:

1. Доступ к широкой аудитории потенциальных инвесторов.
2. Возможность быстро собрать необходимые средства.
3. Отсутствие необходимости иметь дело с традиционными финансовыми институтами.

Недостатки включают:

1. Риск потери контроля над проектом.
2. Необходимость делиться прибылью с инвесторами.

Сложность в привлечении достаточного количества средств.

Перспективы развития краудфандинга связаны с ростом числа людей, использующих интернет для поиска новых идей и проектов. Это позволяет предположить, что он станет ещё более популярным инструментом привлечения средств в будущем.

Один из успешных примеров краудфандинга — кампания по сбору средств на производство и выпуск игры Pebble для портативной игровой системы Game Boy.

В 2012 году разработчики игры обратились к сообществу с просьбой поддержать их проект. Они предложили пользователям не только поучаствовать в создании игры, но и получить за это вознаграждение. Кампания была запущена на платформе Kickstarter, которая является одной из самых популярных платформ для краудфандинга.

Разработчики поставили цель собрать 100 тысяч долларов США. Однако уже через несколько дней после запуска кампании они достигли этой цели, а затем превысили её почти в два раза, собрав более 180 тысяч долларов от более чем 6 тысяч бэкеров (участников краудфандинговой кампании). Это позволило разработчикам продолжить работу над игрой и выпустить её в срок.

Цель кампании	Собранная сумма	Количество бэкеров
100 000 долларов США	Более 180 000 долларов	Более 6 000

Успех кампании Pebble показал, что краудфандинг может быть эффективным инструментом для привлечения средств на реализацию проектов. Он позволяет разработчикам получить финансирование от сообщества, которое заинтересовано в их продукте. Кроме того, краудфандинг способствует развитию инноваций и созданию новых продуктов и услуг.

Этот пример демонстрирует, как краудфандинг может помочь разработчикам игр и другим творческим проектам получить финансовую поддержку от сообщества.

Венчурное финансирование как источник инвестиций

Венчурное финансирование — это инвестирование в стартапы и другие проекты с высоким потенциалом роста. Оно обычно предоставляется венчурными капиталистами, которые готовы рискнуть своими деньгами в надежде на высокую прибыль.

Преимущества венчурного финансирования включают:

1. Большие объёмы инвестиций.
2. Опыт и знания венчурных капиталистов.
3. Поддержка в развитии проекта.

Недостатки венчурного финансирования включают:

1. Высокие требования к проектам.
2. Контроль со стороны венчурных капиталистов.
3. Риск потери доли в проекте.

Перспективы развития венчурного финансирования связаны с ростом интереса к стартапам и другим инновационным проектам [3].

Инвестиции бизнес-ангелов как альтернатива традиционным источникам финансирования

Бизнес-ангелы — это частные инвесторы, которые вкладывают свои деньги в стартапы и другие перспективные проекты. Они обычно предоставляют финансирование на ранних стадиях развития проекта, когда традиционные источники финансирования недоступны.

Преимущества инвестиций бизнес-ангелов включают:

1. Гибкость в принятии решений.
2. Меньше требований к проектам.
3. Поддержка в развитии проекта.

Недостатки инвестиций бизнес-ангелов включают:

1. Меньшие объёмы инвестиций.
2. Зависимость от одного инвестора.
3. Риск потерять контроль над проектом.

Другие механизмы привлечения средств

Помимо краудфандинга, венчурного финансирования и инвестиций бизнес-ангелов, существуют и другие механизмы привлечения средств, которые могут быть использованы в зависимости от конкретных потребностей проекта. К ним относятся:

- Гранты и субсидии от государственных и частных организаций.
- Лизинг и факторинг.
- Продажа акций и облигаций.

Каждый из этих механизмов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому выбор наиболее подходящего механизма зависит от целей и задач проекта.

Перспективы развития механизмов привлечения средств в сфере бизнеса, стартапов и проектов выглядят многообещающими. Ожидается, что популярность краудфандинга, венчурного финансирования и инвестиций бизнес-ангелов будет расти. Это связано с увеличением числа людей, использующих интернет для поиска новых идей и проектов, а также с ростом интереса к стартапам и другим инновационным проектам.

Кроме того, развитие технологий и изменение потребительских предпочтений создают новые возможности для привлечения средств. Например, появление новых платформ и инструментов для краудфандинга может упростить процесс сбора средств и сделать его более доступным для большего числа проектов. Также возможно появление новых видов краудфандинга, которые будут сочетать в себе элементы пожертвований, кредитования и инвестиций [4].

Венчурное финансирование также имеет хорошие перспективы развития. Венчурные капиталисты готовы рисковать своими деньгами в надежде на высокую прибыль, поэтому они будут продолжать инвестировать в стартапы и другие проекты с высоким потенциалом роста. Однако для успеха таких проектов необходимо тщательно продумать стратегию развития и иметь команду опытных специалистов.

Инвестиции бизнес-ангелов также будут играть важную роль в финансировании новых идей. Бизнес-ангелы готовы вкладывать свои деньги в перспективные проекты на ранних стадиях развития, когда традиционные источники финансирования недоступны. Они могут предоставить не только финансовую

поддержку, но и ценные советы и опыт, которые помогут проекту достичь успеха.

Другие механизмы привлечения средств, такие как гранты и субсидии от государственных и частных организаций, лизинг и факторинг, продажа акций и облигаций, также имеют потенциал для развития. Государственные и частные организации могут предоставлять гранты и субсидии на поддержку инновационных проектов и стартапов. Лизинг и факторинг могут стать альтернативными источниками финансирования для малого и среднего бизнеса. Продажа акций и облигаций может привлечь дополнительные средства для крупных проектов.

Также для сравнения представлена таблица сводных данных по различным типам механизмов:

Механизм привлечения средств	Описание и особенности	Примеры успешных проектов	Пути развития
Краудфандинг	Коллективное сотрудничество людей (доноров), которые добровольно объединяют свои деньги или другие ресурсы вместе, как правило, через интернет, чтобы поддержать проекты других людей или организаций. Существует несколько видов краудфандинга: <i>пожертвования</i> , <i>краудинвестинг</i> (инвестиции в компании или стартапы), <i>краудлендинг</i> (займы бизнесу или частным лицам) и <i>краудфандинг на основе вознаграждений</i> (финансирование проектов в обмен на продукт или услугу).	Pebble (180 тысяч долларов США вместо 100 тысяч), Oculus Rift (более 2,4 миллиона долларов США), Kiva (микрозаймы для малого бизнеса в развивающихся странах)	Расширение возможностей платформ краудфандинга, улучшение инструментов для оценки и отбора проектов, развитие механизмов защиты прав инвесторов.
Венчурное финансирование	Инвестиции в молодые компании или стартапы с потенциалом быстрого роста и высокой прибыльности. Венчурные инвесторы предоставляют капитал в обмен на долю в компании.	Uber (привлёк более 11 миллиардов долларов США),	Развитие новых моделей венчурного финансирования, таких как

		Airbnb (привлѣк более 3,5 миллиарда долларов США)	блокчейн-венчурное финансирование, расширение доступа к венчурному капиталу для малых и средних предприятий.
Акционерное финансирование	Привлечение капитала путѣм выпуска акций компании. Акционеры становятся совладельцами компании и получают право на часть прибыли и активов.	Alibaba Group (IPO на сумму более 25 миллиардов долларов США), Tesla (IPO на сумму около 22 миллиарда долларов США)	Улучшение регулирования рынка ценных бумаг, развитие технологий для проведения IPO и вторичных размещений акций.
ICO (Initial Coin Offering)	Форма привлечения инвестиций путѣм продажи инвесторам новых криптовалют или токенов.	EOS (привлѣк около 4 миллиардов долларов США), Telegram Open Network (TON) (планировал привлечь 1,7 миллиар-	Регулирование ICO со стороны государственных органов, повышение прозрачности и безопасности ICO.

		да долларов США, но был отменѣн регуляторами)	
Блокчейн-финансирование	Использование технологии блокчейн для создания децентрализованных финансовых систем, которые позволяют осуществлять безопасные и прозрачные транзакции без участия посредников.	Polkadot (привлѣк более 600 миллионов долларов США), Cardano (привлѣк более 950 миллионов долларов США)	Разработка новых блокчейн-платформ, интеграция блокчейна с традиционными финансовыми системами.

Таким образом, перспективы развития механизмов деятельности в сфере привлечения средств выглядят оптимистично. С учѣтом растущего интереса к новым идеям и проектам, а также развитием технологий и изменением потребительских предпочтений, можно ожидать появления новых возможностей и инструментов для привлечения средств.

Список литературы

1. Бочаров В. В. Инвестиции. — СПб.: Питер, 2009.
2. Теплова Т. В. Финансовые решения: стратегия и тактика. — М.: Магистр, 2011.
3. Российская ассоциация венчурного инвестирования (РАВИ). Отчѣты РАВИ. — URL: <https://www.rvca.ru/> (дата обращения: 05.02.2024).
4. Платформа коллективного финансирования «Планета». — URL: <https://planeta.ru/> (дата обращения: 24.10.2024).

УДК 004.056.5

ВАСИЛЕНКО ДАНИИЛ ГЕННАДИЕВИЧ, магистрант
МАРХУЛЕНКО АНАТОЛИЙ ЛЕОНИДОВИЧ, к.т.н., доцент
заведующий кафедрой информационной безопасности
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: vasid846@gmail.com

**ИНТЕГРАЦИЯ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКУ:
ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОСТИ И КОМФОРТУ**

В статье рассмотрены основные аспекты интеграции умного дома и электроэнергетики, а также инновационные решения, предлагаемые в контексте данного вопроса, обозначена роль систем «умного дома» в электроэнергетической области и оказываемое влияние на оптимизацию потребления энергии.

Ключевые слова: электроэнергетика, энергоэффективность, «умный дом», интеграция современных технологий, автоматизация и управление.

Электроэнергетика — одна из ключевых отраслей промышленности, которая занимается производством, передачей и распределением электроэнергии. Эта сложная система состоит из различных компонентов, таких как электростанции, линии электропередач, трансформаторы и подстанции. Её основная задача — обеспечивать надёжное и бесперебойное электроснабжение потребителей [1]. В этом контексте становится важной связь с концепцией умного дома, которая представляет собой модернизированный подход к управлению повседневными процессами внутри жилья.

Умный дом — это интегрированный комплекс устройств и программного обеспечения, предназначенный для автоматизации управления разными домашними системами и устройствами. Он позволяет пользователям контролировать освещение, отопление, кондиционирование воздуха, безопасность, аудио- и видеоборудование и другие устройства через централизованный интерфейс [1].

В современном мире технологии умного дома становятся всё более популярными и интегрируются с различными системами, включая электроэнергетику. В этой статье рассмотрены основные аспекты интеграции умного дома и электроэнергетики, а также инновационные решения, которые они предлагают [2].

Интеграция умного дома и электроэнергетики даёт возможность пользователям контролировать и управлять своими электрическими устройствами и приборами через мобильное приложение или голосовые команды, что обеспечивает удобство и безопасность использования электроэнергии, а также ее рациональное использование [2].

Основными компонентами системы умного дома являются [3]:

1. Контроллер - центральное устройство системы умного дома. Он собирает данные от различных датчиков и исполнительных механизмов, обрабатывает их и передает команды на соответствующие устройства. Контроллеры могут быть подключены к интернету, что позволяет удаленно управлять системой через смартфон или компьютер.

2. Датчики. Они используются для сбора данных о состоянии окружающей среды, таких как температура, влажность, уровень освещенности и наличие движения. Эти данные затем передаются контроллеру для обработки и принятия соответствующих решений.

3. Исполнительные механизмы. Они выполняют команды, полученные от контроллера. К ним относятся электрические приводы, клапаны, реле и другие устройства, которые управляют работой систем освещения, отопления, вентиляции и безопасности.

4. Программное обеспечение, которое предоставляет пользователю удобный интерфейс для управления всеми устройствами и системами. Оно может включать в себя мобильные приложения, веб-интерфейсы и голосовые помощники, такие как Amazon Alexa или Google Assistant.

Одной из главных целей внедрения систем умного дома является повышение энергоэффективности. Умные устройства автоматически регулируют работу систем освещения, отопления и кондиционирования воздуха, снижая потребление энергии и расходы на коммунальные услуги [4].

Системы умного дома могут значительно повысить уровень безопасности вашего предприятия. Они позволяют контролировать доступ к дому через смарт-замки, видеодомофоны и камеры наблюдения [5]. В случае обнаружения подозрительной активности система может отправить уведомления на ваш смартфон или автоматически вызывать службы экстренной помощи [6].

Умные системы облегчают управление домашней средой, позволяя создавать комфортные условия без необходимости вручную регулировать каждую систему отдельно. Например, вы можете задать сценарии, которые будут автоматически включать свет, когда вы возвращаетесь домой, или поднимать температуру перед вашим прибытием.

Также стоит отметить, что системы умного дома предоставляют удобство управления различными устройствами и системами через единый интерфейс. С их помощью можно управлять освещением, музыкой, климатом и безопасностью всего одним касанием экрана смартфона или голосовой командой.

Основные функции умного дома [7]:

1. Управление освещением: возможность включать и выключать свет, устанавливать различные режимы освещения и даже создавать сценарии освещения.

2. Управление электроприборами: контроль работы электрических устройств, таких как телевизоры, холодильники, кондиционеры и т. д.

3. Мониторинг потребления энергии: отслеживание потребления электроэнергии каждым устройством и предоставление информации о том, какие приборы потребляют больше всего энергии.

4. Защита от перегрузок и коротких замыканий: автоматическое отключение питания при возникновении аварийных ситуаций.

5. Уведомления и предупреждения: получение уведомлений о проблемах с электроснабжением, утечках тока или других неполадках.

Современные технологии предлагают множество инновационных решений для интеграции умного дома и электроэнергетики, рассмотрим наиболее популярные из них:

1. Беспроводные технологии: использование беспроводных технологий, таких как Wi-Fi, Bluetooth и Zigbee, для управления и контроля электрических устройств без необходимости прокладки кабелей [8].

2. Умные счётчики: установка умных счётчиков, которые могут автоматически передавать данные о потреблении электроэнергии в режиме реального времени, что позволяет отслеживать потребление и оптимизировать расходы.

3. Солнечные панели: интеграция солнечных панелей в систему умного дома позволяет использовать солнечную энергию для питания электрических устройств и снижения зависимости от традиционных источников электроэнергии.

4. Автоматическое управление нагрузкой: умные системы могут автоматически регулировать нагрузку на электросеть, чтобы избежать перегрузок и обеспечить стабильное электроснабжение.

5. Экологические решения: использование энергоэффективных приборов и технологий для снижения потребления электроэнергии и уменьшения воздействия на окружающую среду.

Электроэнергетика и системы умного дома играют важную роль в современном мире. Умный дом предлагает новые способы повышения энергоэффективности, обеспечения безопасности и создания комфортной среды для жизни [9]. Однако необходимо учитывать возможные риски, связанные с кибербезопасностью и защитой персональных данных. Тем не менее развитие этих технологий продолжается, и их интеграция может предоставить множество преимуществ для пользователей. Инновационные решения делают управление и контроль электроэнергии более удобными, безопасными и экономичными.

Список литературы

1. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

3. Романов, Г. А. Применение транспортного протокола QUIC для повышения производительности передачи трафика / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 122-126.

4. Киселев, А. В. Информационные технологии в управлении / А. В. Киселев, А. О. Спицына, Ю. А. Халин. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 107 с.

5. Бадулин, М. А. Исследование кибератак хакеров-вымогателей на сетевую инфраструктуру / М. А. Бадулин, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 26-30.

6. Роменский, А. Р. Анализ роли паролей в обеспечении безопасности информации / А. Р. Роменский, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 129-135.

7. Инфракрасный датчик движения: Интернет-энциклопедия Elquanta.ru. – сайт: <https://elquanta.ru/teoriya/infrakrasnyjj-datchik-dvizheniya.html> (дата обращения 07.10.2024) . – Текст: электронный.

8. Датчики движения: Интернет-энциклопедия Elquanta.ru. – сайт: <https://elquanta.ru/sovety/datchik-dvizheniya-dlya-vklyucheniya-sveta.html> (дата обращения 05.10.2024) . – Текст: электронный.

9. Стариковский А.В., Исследование уязвимостей систем умного дома / А.В. Стариковский// Спецтехника и связь. – 2012. — №2. – С. 2-3.

УДК 004.89

ВОРОБЬЕВА АЛЕКСАНДРА ЮРЬЕВНА, бакалавр
СУКМАНОВА ЯНА АНДРЕЕВНА, бакалавр
БРУСЕНЦЕВ НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: Alexandra_vorobeva3919@mail.ru

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В данной статье проводится анализ использования технологий искусственного интеллекта и машинного обучения в энергетической отрасли. В частности, для оптимизации деятельности энергетических систем и объектов, мониторинга оборудования, а также для оптимизации производства энергии.

Ключевые слова: автоматизация электроснабжения, электроэнергетика, оптимизация, машинное обучение, искусственный интеллект.

В современном мире существуют тенденции, связанные с постоянным увеличением потребления электроэнергии, ростом доли возобновляемых источников энергии и необходимостью обеспечения стабильного и эффективного энергоснабжения. В этих условиях перед энергетической отраслью возникает острая необходимость в применении передовых технологических решений, способных оптимизировать работу энергетических систем, повысить прогнозируемость и эффективность их функционирования [1].

Одной из наиболее перспективных областей применения искусственного интеллекта в энергетике является управление энергетическими системами. Здесь искусственный интеллект (ИИ), на основе алгоритмов машинного обучения, способен анализировать данные о потреблении и производстве энергии, прогнозировать пиковые нагрузки и принимать оптимальные решения по распределению энергии для достижения максимальной эффективности. Более того, ИИ может осуществлять автоматизированное управление работой энергосистем, своевременно выявляя и устраняя проблемы с утечками и повреждениями, что позволяет сократить время простоев и снизить риски возникновения аварийных ситуаций [2].

Применение интеллектуальных технологий, известных как «умные» сети, в управлении энергетическими системами становится все более распространенным и демонстрирует впечатляющие результаты в оптимизации работы энергосистем [3]. Они являются одним из наиболее перспективных направлений развития энергетики. Это связано с тем, что внедрение «умных» сетей позволяет повысить эффективность системы электроснабжения, улучшить качество электроэнергии, снизить потребление топлива и объемы вредных выбросов. Вместе с тем, реализация умных сетей сопряжена с определенными проблемами, такими как высокие затраты на их модернизацию, а также сложность согласования интересов различных участников энергетического рынка.

Благодаря технологиям машинного обучения, ИИ системы способны анализировать большие массивы данных о функционировании энергетического оборудования, выявлять потенциальные проблемы и предлагать превентивные меры по их устранению [4]. Такой подход помогает значительно уменьшить время простоя оборудования, снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание, а также повысить общую надежность и бесперебойность работы энергетических систем. Прогностическая аналитика на базе ИИ позволяет предвидеть возможные отказы оборудования и своевременно принимать корректирующие меры, обеспечивая более эффективное и надежное функционирование энергетической инфраструктуры.

Немецкая компания Schleswig-Holstein Netz AG сообщила об интересном применении методов ИИ. Она использует самообучающуюся нейронную сеть для обнаружения предполагаемых неисправностей в работе электрических сетей. В качестве исходных данных эта сеть использует информацию о возрасте компонентов сети и проведенных ремонтных работах. Компания также располагает информацией о климатических условиях и нагрузках в качестве исходных данных. Все это позволяет отслеживать и распознавать состояние энергетического сектора и дает возможность прогнозировать выработку электроэнергии. [5].

Другим примером применения ИИ является оптимизация процессов производства энергии. Благодаря анализу данных о производстве энергии, ИИ может определять оптимальные параметры работы оборудования, управлять процессом производства, прогнозировать будущие изменения потребления энергии. Это помогает сократить затраты на производство энергии и улучшить ее качество.

Так, в рамках исследования [6] для улучшения работы системы, ее контроля и координированного управления в энергетических системах используются рекурсивные нейронные сети. Они позволяют получать информацию о производстве электроэнергии, а технология анализа данных позволяет выявлять характеристики стабильности электросети и определять её устойчивость в переходных процессах. Полученные результаты были применены в системах диспетчеризации и программном обеспечении для прогнозирования нагрузки, что обеспечило надежную поддержку для интеллектуального автоматизированного принятия решений в области мониторинга электросетей, сетевого анализа, а также управления показателями и контроля.

ИИ может использоваться не только для оптимизации производства, но и для более рационального использования энергии, позволяя оптимизировать процессы потребления и распределения ресурсов, а также улучшать управление нагрузкой и повышать эффективность работы систем.

Например, британская компания DeepMind Technologies Ltd [7] снизила потребление энергии на 40%, используя технологии глубокого обучения. Кроме того, параметры работы их центра обработки данных, оснащенного множеством датчиков, были оптимизированы с помощью обученной нейронной сети. ИИ от DeepMind позволяет контролировать серверное оборудование и элементы инфраструктуры (например, системы охлаждения). Для контроля было выделено 120 различных параметров работы дата-центра, включая управление работой кондиционеров, закрытие или открытие окон, скорость работы вентиляторов и т.п.

Управляющие алгоритмы были разработаны после детального анализа информации о работе дата-центров компании за пять лет. На основе полученных данных удалось создать эффективную предиктивную модель потребления энергии дата-центром. Основным критерий здесь — количество задействованных серверов и другого оборудования в различное время. ИИ «скормили» такие данные, как температуру оборудования, скорость работы насосов, активность работы охлаждающего оборудования, количество использованной энергии и т.п.

Для снижения потерь мощности и регулирования напряжения в радиальных системах распределения электроэнергии, в своей работе [8] авторы провели исследование, в котором рассматривались различные методы минимизации потерь в системах распределения электроэнергии. В нем использовались алгоритм bat и технология блокчейна. Авторы анализировали проблему размещения активных компенсаторов мощности в распределительной системе для минимизации потерь электроэнергии. Согласно полученным результатам алгоритм bat показал высокую эффективность в снижении потерь в тестовых сценариях.

Что касается интеллектуальных проверок, то в беспилотных летательных аппаратах и роботах-инспекторах применяется технология компьютерного зрения. Она используется для обнаружения дефектов оборудования, автоматической классификации меток и диагностики типичных дефектов, таких как проблемы с трансформаторами, выключателями, опорами, изоляторами, металлическими конструкциями, деревьями и так далее. Данные об этом передаются в интеллектуальную систему управления анализом и контролем.

Примером также может служить одна из компаний Великобритании — National Grid UK, которая использует алгоритмы искусственного интеллекта и беспилотные летательные аппараты для анализа и мониторинга состояния сетевых объектов на предмет износа, коррозии и неисправностей. В будущем такой ИИ позволит оценить общее состояние актива, необходимость его модернизации или замены [9].

Для объективной оценки роли ИИ и машинного обучения в оптимизации работы энергетических объектов в своей статье [10] автор проводит эксперимент,

в рамках которого сравниваются результаты работы энергетической системы с применением ИИ и без него. Цель эксперимента - оценить влияние ИИ на оптимизацию процессов управления энергетикой.

Для эксперимента были собраны данные о работе системы за определенный период, включая информацию о потреблении, производстве, состоянии сети, погоде и других факторах. Они разделены на обучающую и тестовую выборки. Применены различные алгоритмы машинного обучения, такие как нейронные сети, для обучения модели, прогнозирующей нагрузку и оптимизирующей работу системы. После обучения модели проведено тестирование и сравнение результатов с использованием ИИ и без него. В ходе экспериментов были получены следующие результаты: точность прогнозирования с использованием ИИ оказалась на 15% больше, а отклонение от фактической нагрузки в 2,5 раза меньше; эффективность работы системы и снижение затрат на энергию с использованием ИИ так же оказались на 15% больше.

Далее представлена таблица с преимуществами и недостатками применения ИИ в оптимизации работы энергетических систем (Таблица 1).

Таблица 1— Преимущества и недостатки применения ИИ в оптимизации работы энергетических систем

Аспект	Преимущества	Недостатки
Эффективность	Увеличение эффективности системы	Существуют неопределенности
Точность прогнозирования нагрузок	Точные прогнозы, минимизация ошибок	Требование к большим объемам данных
Автоматизация процессов	Снижение человеческого вмешательства	Зависимость от надежности системы и доступности геоданных
Гибкость и адаптивность	Способность к адаптации в изменяющихся условиях	Требование к высокой производительности аппаратного обеспечения
Затраты и сложность внедрения	Сокращение затрат на энергию и ресурсы	Необходимость высокой квалификации специалистов

Таким образом, применение технологий ИИ в энергетике открывает значительные возможности для повышения эффективности и надежности работы энергетических систем. Развитие методов ИИ, таких как машинное обучение и оптимизационные алгоритмы, предоставляет уникальную возможность для развития современной энергетики. Вместе с тем, необходимо тщательно учитывать и контролировать потенциальные риски, связанные с использованием ИИ в энергетических системах, в том числе вопросы кибербезопасности и этические аспекты. Обеспечение надежной защиты интеллектуальных энергетических систем и прозрачности работы ИИ-решений имеет ключевое значение для успешного и безопасного внедрения этих технологий в энергетической отрасли.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В.

Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

2. Системы искусственного интеллекта / В. П. Добрица, Е. А. Титенко, Ю. А. Халин, А. В. Киселев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 143 с. – ISBN 978-5-907710-54-2.

3. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.

4. Киселев, А. В. Анализ эффективности применения двухэтапных нейросетевых моделей для раннего обнаружения лесных пожаров / А. В. Киселев, Н. С. Брусенцев, Е. А. Кулешова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 8-23. – DOI 10.21869/2223-1536-2024-14-1-8-23.

5. A. Mogilenko, Application of artificial intelligence algorithms in the global energy industry. Energy and Industry of Russia, 2018, no 7, p. 23.

6. Li, Junhui & Zhao, Yang & Sun, Chenjun & Bao, Xichun & Zhao, Qi & Zhou, Haiming. (2018). A Survey of Development and Application of Artificial Intelligence in Smart Grid. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 186.

7. Rich Evans, Jim Gao DeepMind AI reduces energy used for cooling Google data centers by 40% / Rich Evans, Jim Gao [Электронный ресурс] // Blog.Google : [сайт]. — URL: <https://blog.google/outreach-initiatives/environment/deepmind-ai-reduces-energy-used-for/> (дата обращения: 20.10.2024).

8. Yuvaraj, T.; Devabalaji, K.R.; Srinivasan, S.; Prabakaran, N.; Hariharan, R.; Haes Alhelou, H.; Ashokkumar, B. Comparative Analysis of Various Compensating Devices in Energy Trading Radial Distribution System for Voltage Regulation and Loss Mitigation Using Blockchain Technology and Bat Algorithm. Energy Rep. 2021,7, 8312–8321.

9. A. Losev, Artificial Intelligence in Nuclear Power. Atomic Expert, 2018, no 3-4, pp. 35-43., A. Vaughan. AI and drones turn an eye towards the UK's energy infrastructure. The Guardian, December, 2018, pp. 48-52.

10. Буланенков В. А. Использование искусственного интеллекта в управлении энергосистемами // . 2023. №29 (127).

ГАЛЕЕВ РУСЛАН ИЛЬШАТОВИЧ, магистрант
rusya.galeev.89@mail.ru

САЛЬНИКОВА КРИСТИНА ВЛАДИМИРОВНА, к.э.н., доцент
Ижевский государственный технический университет
имени М. Т. Калашникова, г. Ижевск, Россия
kristina-zhelnova@yandex.ru

АКТУАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ СУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Для современных предприятий, в связи с переходом на отечественное сырье и оборудование, требующим значительного времени и ресурсов, возникают барьеры и препятствия по осуществлению хозяйственной деятельности. В

данной статье исследована зависимость России от импорта, носящая неоднородный характер. Рассмотрено решение эффективного модернизирования старого оборудования с помощью применения цифровой электронной системы применительно к сушильной камере, применяемой в стирке ковров. В результате чего выявлен эффект существенной экономии затрат на электроэнергию.

Ключевые слова: автоматизация технологических процессов, оптимизация, затраты на электроэнергию, программируемый логический контроллер, программируемое реле, сушильная камера.

Современная промышленность развивается быстрыми темпами, но наличие серьезных проблем во многих отраслях ставит многие барьеры и ограничения для достижения поставленных целей и задач. Как показывает анализ источников [1-3], развитие, внедрение и применение автоматизированных производств эффективно отражается на процессах и управлении. Современный внешний мир ставит непосильные задачи перед предприятиями, в том числе осуществление постепенного перехода на отечественное сырье и оборудование, что требует значительного времени и ресурсов.

Проанализируем зависимость от импорта в России. Техника, оборудование и транспорт составляют «львиную» долю от общего объема импорта – более 50%, за ними следует химическая продукция, а также продовольствие и сельскохозяйственная продукция.

Проведенное исследование [4] показало, что производственная зависимость от импорта быстро росла в 2006–2013 гг. одновременно с притоком прямых иностранных инвестиций и реализацией большого количества инвестиционных проектов иностранных компаний и совместных проектов российских и иностранных собственников (рисунок 1).

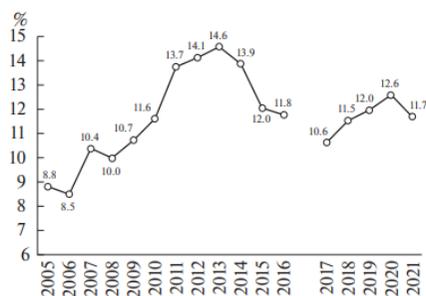


Рисунок 1. Производственная зависимость от импорта в целом по Российской Федерации по всем видам экономической деятельности в 2005–2021 гг. [4]

За этот период доля затрат на импорт в расходах на материалы и комплектующие по крупным и средним предприятиям выросла с 8.5 до 14.6%. Начиная

с 2014 до 2016–2017 гг., на фоне общего инвестиционного кризиса и постепенного перехода к политике импортозамещения вместо привлечения иностранных инвестиций происходит существенное сокращение зависимости экономики страны от импорта. С 2016–2017 гг. вплоть до 2020 г. в стране наблюдался медленный рост показателя из-за реализации ряда проектов с иностранным участием и крупных проектов с закупкой иностранного оборудования в различных частях страны. В 2021 г. показатель сократился из-за общего введения ограничений в рамках борьбы с распространением коронавирусной инфекции даже на фоне роста стоимости импорта в Россию. В результате, к 2021 г. доля затрат на импорт в общих затратах на материалы, оборудование и комплектующие в России составляла 11.7% (или порядка 4.1% от всех затрат на производство и реализацию продукции, товаров, работ, услуг в стране) [4].

Зависимость от импорта в российской экономике неоднородна. Как отмечается, полученные результаты указывают на невысокую зависимость России от импорта промежуточной продукции вне зависимости от используемого показателя. Причины невысокой зависимости России от импорта заключаются в ее слабой вовлеченности в глобальные цепочки создания стоимости или в участии в них на ранних стадиях. Несмотря на невысокую зависимость от импорта в целом, его доля в отдельных отраслях в абсолютном выражении была существенной. К таким отраслям, в частности, относятся автомобилестроение, производство резиновых и пластмассовых изделий, электроника. В них импорт составлял почти треть стоимости конечной продукции [5].

Рассмотрим два сценария решения проблемы импортозамещения: приобретение нового или модернизация (реконструкция) существующего. Изучив опыт и практику подобных сценариев, при определенных обстоятельствах выгодно приобретение (нового) оборудования, технологии и/или сырья, с техническими характеристиками, оказывающие влияние на экономические и другие показатели, а в другом случае, модернизация, то есть добавление научно-технического решения к используемым (старым) технологиям и оборудованию.

Во многих случаях, приобретение современного оборудования и/или технологий требует значительных инвестиций, при этом может оказаться, что окупаемость будет длительной.

Целью написания этой статьи является демонстрация того, как можно эффективно модернизировать старое оборудование с помощью применения цифровой электронной системы, а именно программируемого логического контроллера для автоматизации технических систем применительно к сушильной камере (стирка ковров). Главной проблемой реализации технологического процесса сушки является высокое энергопотребление.

Далее, дадим представление о программируемом логическом контроллере и основных областях его применения.

Программируемый логический контроллер (далее – ПЛК) – это цифровая электронная система, предназначенная для автоматизации технологических процессов в производственной среде. Он использует программируемую память для хранения инструкций по реализации специальных функций, таких как ло-

гика, установление последовательности, согласование по времени, счёт и арифметические действия. ПЛК обычно используются для контроля различных видов машин или процессов через цифровой или аналоговый ввод/вывод данных. Применяется в различных отраслях промышленности и системах автоматизации: системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; климатическое оборудование; строительное производство; насосные станции; жилищно-коммунальное хозяйство; малые станки и механизмы; системы торгового оборудования и сбора данных.

ПЛК широко используются в малом бизнесе для автоматизации процессов управления и контроля. Они помогают оптимизировать рабочие процессы, повысить эффективность производства и снизить затраты [6].

В понятие ПЛК входит программируемое реле. Программируемое реле - это электрическое устройство, которое позволяет автоматически включать и выключать различные электрические приборы и системы в соответствии с заданным пользователем программой и расписанием. Оно работает на основе микроконтроллера, который анализирует входные сигналы и управляет выходными реле [7].

Для задачи модернизации сушильной камеры подойдет программируемое реле ПР200-24.4.0.0 от производителя ОВЕН (рисунок 2). ПР200-24.4.0.0 может быть запрограммирован с использованием нескольких языков программирования, включая лестничную логику (Ladder Logic), функциональную блочную диаграмму (Function Block Diagram, FBD).



Рисунок 2. Внешний вид Овен ПР200-24.4.0.0

Отечественное программируемое реле Овен ПР200-24.4.0.0 предлагает ряд преимуществ по сравнению с традиционными реле и логическими элементами (рисунок 3):



Рисунок 3. Преимущества Owen Logic

а) *простота программирования*: Owen Logic – это бесплатное программное обеспечение, которое позволяет пользователям создавать программы на основе лестничной логики (Ladder Diagram, LD) без необходимости знания сложных языков программирования;

б) *быстродействие*: благодаря использованию технологии CPLD (Complex Programmable Logic Device), ОВЕН обеспечивает быстрое время отклика и высокую скорость обработки сигналов;

в) *надёжность*: ОВЕН использует высококачественные компоненты и имеет длительный срок службы, что обеспечивает стабильную работу системы в течение длительного времени;

г) *экономичность*: ОВЕН является более доступным решением по сравнению с другими ПЛК, что делает его привлекательным для малого и среднего бизнеса [8].

В связи с этим, рассмотрим, каким образом можно применить это программируемое реле в рамках работ по модернизации сушильной камеры.

Внедрение программируемого контроллера позволит сократить время сушки, снизить потребление электроэнергии и заменить обязанности сотрудника, ответственного за сушильную камеру, посредством включения в систему автоматизации датчиков температуры, влажности и таймеров. Структурная схема автоматизированной сушильной камеры представлена на рисунке 4.

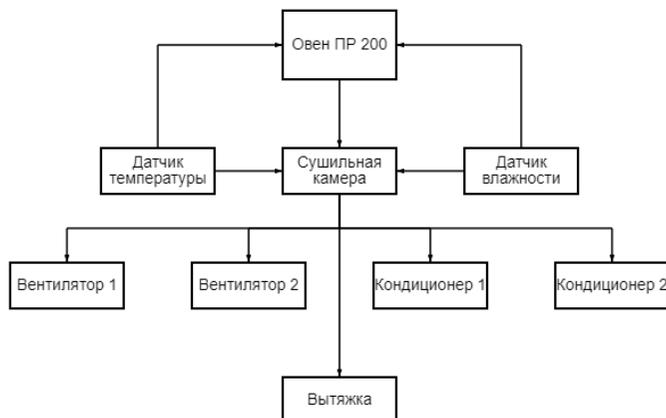


Рисунок 4. Структурная схема сушильной камеры

По техническому заданию необходимо реализовать следующие рамки для управления сушильной камеры. Отключение кондиционеров, работающих на обогрев при достижении температуры 45 градусов Цельсия. Включение вытяжки при влажности выше 28%. Поставить сигнальные датчики на патрубки кондиционера для анализа его технического состояния и работоспособности.

Проведем примерный расчет затрат на модернизацию с учетом технического задания и возможного оборудования.

Сушильная камера представляет из себя помещение площадью 70 м², в котором находятся два кондиционера, два промышленных вентилятора, вытяжка, вентиляция. С учетом нынешнего оборудования удастся за одну смену развешивать 250 м² ковров в сушильной камере после стирки, при этом часть ковров в силу своего состава могут высыхать две смены, что неэффективно. Предполагается, что после модернизации оборудования эффективность сушильной камеры возрастет и появится возможность увеличить количество и объем простираных ковров до 270 м². Сравним экономические показатели до и после модернизации технического оборудования, результаты сведем в таблицу.

Таблица

Сравнительная таблица эффективности технического решения на примере сушки ковров в расчете за 1 день

№	Показатель	Без программируемого реле	С программируемым реле
Доходы			
1	Площадь постиранных и высушенных ковров, м ²	250	270
2	Цена, руб./м ²	250	250
3	Выручка, руб.	62 500	67 500
Расходы			

4	Заработная плата, руб.	30 500	27000
5	Затраты на стирку, руб.	1 803	1 803
5.1	вода, м ³	7	7
5.2	ставка холодное водоснабжение, руб./м ³	36,29	36,29
5.3	моющее средство, руб.	1 000	1 000
5.4	электроэнергия (потребляемая в моющем цехе), кВт/ч	16	16
5.5	время работы, ч	10	10
5.6	ставка электроэнергии, руб./кВт	3,43	3,43
6	Затраты на электроэнергию, руб.	618	504
6.1	электроэнергия (потребляемая в сушильной камере), кВт/ч	10	10,5
6.2	время высыхания, ч	18	14
6.3	ставка электроэнергии, руб./кВт	3,43	3,43
7	Аренда помещения, руб.	3 500	3 500
	Прибыль	26 079	38 193

Изменение по прибыли составит:

$$\Delta \text{Прибыль} = 38\,193 - 26\,079 = 12\,114 \text{ руб.}$$

Инвестиции (установка, покупка, доставка) составят 70 000 руб. Тогда:

$$\text{Окупаемость} = \frac{70\,000}{12\,114} = 5 \text{ дн.}$$

$$\text{Рентабельность} = \frac{12\,114}{70\,000} \cdot 100 \approx 17\%$$

По результатам сравнительной таблицы получено, что подобный способ модернизации оборудования является прибыльным. Срок окупаемости рассматриваемого технического решения составляет 5 дней, рентабельность составила 17%, что значит на 1 вложенный рубль инвестиций получим 17 копеек дохода.

Сама по себе идея автоматизации бизнес-процессов не нова, и понимание о необходимости автоматизации есть у менеджмента большинства компаний, однако за реализацию берутся далеко не все, в основном из-за опасения дополнительных издержек либо нежелания менять сложившийся привычный порядок в компании. Именно поэтому главной особенностью предлагаемых в работе действий автор считает их универсальность для любой компании в любой сфере деятельности, а также возможность их внедрения без привлечения сторонних организаций и дополнительных инвестиций [9].

Список литературы

1. Крюгер А. М., Сухарева Е. И., Афанасьева Т. Н. АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАБОТУ КОМПАНИЙ // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsessov-i-ee-vliyanie-na-rabotu-kompaniy> (дата обращения: 20.11.2024).

2. Мирошниченко, М. А. Цифровая экономика в России: стратегическое развитие и инновации / М. А. Мирошниченко. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2022. – 225 с. – ISBN 978-5-8209-2176-6. – EDN EBUKTI.

3. Пальчикова, Л. К. Автоматизация бизнес-процессов / Л. К. Пальчикова, Е. Р. Мысева // Инновационные механизмы управления цифровой и региональной экономикой: Материалы VI Международной студенческой научной конференции, Москва, 22–23 мая 2024 года. – Москва: Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, 2024. – С. 19-26. – EDN ICHNZJ.

4. Землянский Д.Ю., Чуженькова В.А. Производственная зависимость от импорта в российской экономике: региональная проекция. Известия РАН. Серия географическая, 2023. Т.87, №5, стр. 651-665.

5. Карпов Д. Зависимость России от импорта промежуточной продукции и внешнеторговые шоки. Аналитическая записка. Июнь 2023. URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/149496/analytic_note_20230628_dip.pdf

6. Программируемый логический контроллер (ПЛК). [Электронный ресурс]. URL: https://www.equipnet.ru/articles/tech/tech_54826 (дата обращения: 20.10.2024).

7. Интеллектуальные реле. [Электронный ресурс]. URL: https://finestart.school/media/smart_relay (дата обращения: 20.10.2024).

8. Реле интеллектуальной конструкции серии Owen Logic. [Электронный ресурс]. URL: https://fgus.ru/articles/owen_logic/ (дата обращения: 20.10.2024).

9. Мирошников, А. М. Автоматизация бизнес-процессов в управлении проектами на примере лифтовой отрасли / А. М. Мирошников // Экономика, бизнес, инновации: актуальные вопросы теории и практики: сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 февраля 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 15-19. – EDN XHMKFS.

ДЕГТЕРЕВА ДАРЬЯ ДЕНИСОВНА

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
Москва, Россия
241358@edu.fa.ru

Научный руководитель –

ДАНИЛОВ РОМАН ВЛАДИМИРОВИЧ, к.э.н., доцент

Кафедры международного бизнеса

Факультета международных экономических отношений

Финансового университета,

rvdanilov@fa.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАДАЧ ПО РАЗВИТИЮ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОЕКТОВ РОССИИ И АФРИКИ

Африка является высокоперспективным регионом и обладает быстрорастущим населением и повышающимся спросом на продукты нефти, газа, угля, металлов и прочих полезных ископаемых. Сегодня особенно востребованы технологии и проекты России для реализации нефтегазовых проектов в Африке. Россия, в свою очередь, уже продолжительное время занимается освоением нефтегазового рынка Африки, конкурируя с Китаем, Индией и странами Ближнего Востока. В данной статье будет рассмотрен опыт реализации

нефтегазовых проектов России в Африке, сопутствующие этому барьеры и пути преодоления возникающих барьеров.

Ключевые слова: Африка, нефтегазовая отрасль, проекты, российские компании, финансирование.

Сегодня сотрудничество России со странами Африки является одной из приоритетных во внешней политике. Континент обладает большим разнообразием сырья и полезных ископаемых. Африка богата нефтью, газом, запасами урана, драгоценными металлами и другим (рис. 1).



Рисунок 1. Месторождения полезных ископаемых в Африке. Источник: CSS Analysis in Security Policy (Center for Security Studies, ETH Zurich)

Для того чтобы определить, какие могут быть стимулы развивать торговые отношения России с Африкой, стоит обратиться к динамике добычи нефтегазовой отрасли на континенте. Динамика добычи нефти и газа в 2023 году несколько изменилась в сравнении с 2013 годом.

Таблица 1. Добыча нефти в Африке (тыс.бар.в сутки)

	2023	2023 динамика к 2022 г. в %	2013-2023 темпы добычи %
Алжир	1408	-2,4	-0,5
Ангола	1150	-3,4	-4,0
Чад	134	8,2	4,0
Республика Конго	278	3,5	1,4
Египет	610	-0,4	-1,5
Экваториальная Гвинея	88	-27	-11
Габон	223	17	0,4
Ливия	1271	11,2	2,0
Нигерия	1540	6,6	-3,8
Южный Судан	148	4,7	4,0
Судан	57	-7,3	-6,9
Тунис	38	-0,4	-5,7
Другие страны Африки	282	-1,0	1,5
Все страны Африки	7228	2,3	-1,7

Источник: Statistical Review of World Energy, 2024

На основе таблицы 1 можно сделать вывод, что прирост добычи нефти по странам присутствует не везде, и в основном преобладает отрицательная динамика. Так, по всем странам Африки было уменьшение добычи на 1,7% за последние 10 лет. Связано это с политической нестабильностью в мире, а также в странах Африки (конфликт в Ливии, Нигерия), затрудненностью внедрения технологий, конкуренция со стороны альтернативных источников энергии и колебаниями цен на энергоносители на мировом рынке.

Ситуация на рынке природного газа в Африке иная – согласно данным таблицы 2, добыча природного газа в период с 2013 по 2023 годы увеличилась на 2,5%. Увеличению объемов добычи способствовал большой спрос на природный газ, а также открытие новых проектов по добыче в Египте, Нигерии, Мозамбике.

Таблица 2. Добыча природного газа в Африке (млрд.куб.м.)

	2023	2023 изменения к 2022 (%)	2013-2023 динамика добычи в %
Алжир	101,5	4	2,5
Египет	57,1	-11,5	0,6
Ливия	16,3	12	3,0
Нигерия	43,7	-7,3	2,8
Другие страны Африки	35,0	9,5	5,5
Все страны Африки	253,6	-0,8	2,5

Источник: Statistical Review of World Energy, 2024

На протяжении нескольких лет Россия сталкивается с негативными внешними факторами, такими как санкции, колебание цен на энергоносители, торговые ограничения, в том числе ограничение доступа российского сырья на западный рынок. Большинство стран Африки, в свою очередь, отказались накладывать санкции на российские компании и продолжают перенимать опыт российских специалистов в реализации нефтегазовых проектов. Карта на рисунке 2 иллю-

стрирует страны, заинтересованные в сотрудничестве с Россией и посетившие Саммит Россия-Африка, прошедший в 2023 году в Санкт-Петербурге. Большое количество дружественных стран на Африканском континенте говорит о перспективе налаживания новых связей между странами и освоения рынков в ближайшем будущем.

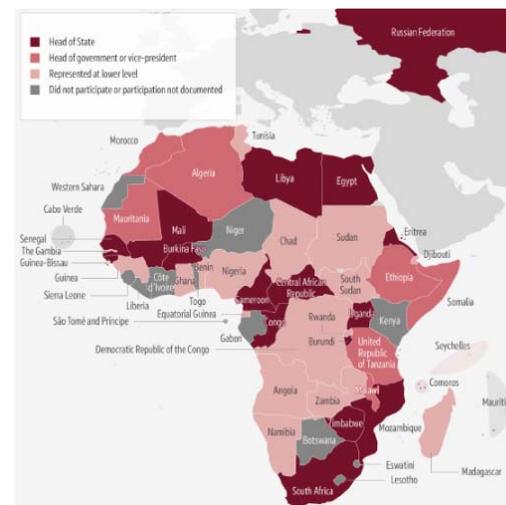


Рисунок 2. Присутствие стран Африки на Саммите Россия-Африка (Санкт-Петербург, 27-28 июля 2023). Источник: Russia in Africa: An atlas. European Parliament. February 2024.

Необходимо перейти к рассмотрению опыта реализации нефтегазовых проектов России в странах Африки. С каждым годом растет взаимный товарооборот со странами Африки, который по итогам 2023 года достиг около 24 млрд долл, а к 2030 г. значение может достичь 50 млрд долл.

В 2022 г. около 25 % российских поставок на африканский рынок пришлось на нефтегазовые продукты (рис. 3). Это говорит о большом спросе на нефтегазовые продукты в регионе и делает возможным открытие новых нефтяных месторождений в рамках российских проектов, но уже на плодородных землях Африки.

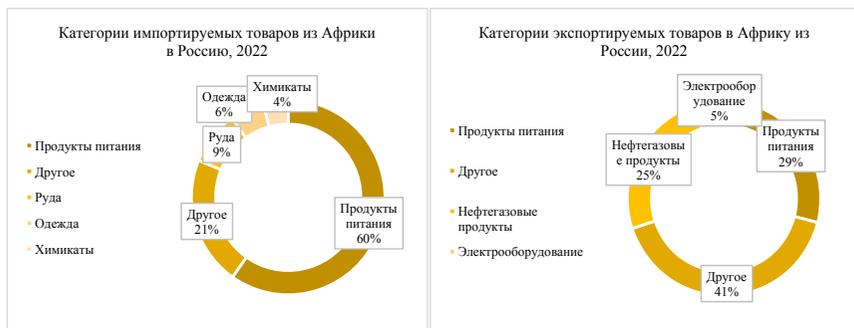


Рисунок 3. Категории товарооборота между Россией и Африкой, 2022. Источник: Russia in Africa: An atlas. European Parliament. February 2024.

Всего в 2024 году в сфере добычи и переработки полезных ископаемых в Африке работают 30 крупных российских компаний. Их деятельность ведется по 100 различным направлениям.

Больше всего в Африке присутствует нефтегазовых компаний. Здесь представлены «Лукойл», «Газпром» и «Роснефть». Проекты реализуются преимущественно в Алжире, Гане, Камеруне, Анголе, Конго, Египте, ЮАР, Нигерии и т. д. Действующие проекты указаны на рисунке 4.



Рисунок 4. Действующие Российские компании в Африке, 2024. Источник: Яндекс Дзен, 28.01.2024 [7]

Стоит отметить, что до появления коронавирусной инфекции Covid-19 российские компании практически не поставляли топливо в Африку, но после введения санкций в 2022 году регион стал перспективным рынком сбыта, и тогда

Лукойл и Газпромнефть начали активно налаживать экспорт в Северную и Южную Африку [6].

Так, в январе-мае 2023 г. Россия поставила Африке 200 тыс. т нефти, тогда как за тот же период в 2022 г. поставок не было. К тому же, экспорт нефтепродуктов на континент за 5 месяцев вырос в 3 раза, почти до 8 млн т. Что касается газовых компаний, РФ готовы участвовать в проектах по поставкам сжиженного природного газа (СПГ) и по строительству газовой инфраструктуры в Африке [2].

«Лукойл» успешно реализует проекты на континенте. Компания владеет 24% в блоке Meleïha на шельфе Египта в Северной Африке с 1995 года. Также она работает на шельфе Нигерии (блок OML-140). В 2014 году «Лукойл» вошёл в проект Deerwater Tano Cape Three Points в Гане, в 2014 году в Камеруне. С середины 2019 года компания владеет блокпакетом участка Marine XII в Республике Конго. В феврале 2024 года «Лукойл» подписал соглашение об освоении нефтяного участка в Египте [5].

Газпром. В ноябре 2024 года «Газпром» представил пилотный проект по поставке двух передвижных автомобильных газовых заправщиков (ПАГЗ) в Танзанию. Они предназначены для заправки различных транспортных средств компримированным природным газом, а также для его перевозки [3].

Роснефть. В 2015 году компания совместно с Exxon Mobil осваивали участки Мозамбика, и доля «Роснефти» в консорциуме составила 20%. В августе 2019 года «Роснефть» заключила меморандум о взаимопонимании с Национальной корпорацией по углеводородам Мозамбика о сотрудничестве в разработке шельфовых месторождений природного газа.

Барьеры при реализации нефтегазовых проектов в Африке:

- сложности с обеспечением необходимого проектного финансирования. К примеру, Лукойл столкнулся с барьерами в реализации проектов. В 2015 г. инвестиции в западноафриканские проекты компании снизились, «Лукойл» рассматривал планы по выходу из африканских инициатив из-за отсутствия крупных коммерческих открытий [4].

- забюрократизированность процесса оформления и продления контрактов. Еще одним примером неудачной реализации проектов, который требует внимания, является проект в Экваториальной Гвинее. В 2019 году пришлось прервать реализацию проекта по освоению нефтяных залежей из-за проблемы с лицензиями.

- проблемы политического характера. «Политические угрозы в Западной Африке – это быстрые и частые смены правительств и высших исполнительных лиц, а также присутствие террористических формирований», – поясняет эксперт. Сегодня Татнефть ведёт геологоразведочные работы в Ливии. Добыча уже проводилась в стране, однако в 2014 году прекратилась из-за начала вооружённого конфликта.

- недостаточные расходы на создание и модернизацию инфраструктуры. Лукойл активно вкладывалась в геологоразведку слабо изученного шельфа, и только в 2014 году потеряла на сухих скважинах 9 млрд рублей.

- сложности с переработкой: существует острая нехватка современных мощностей для производства бензина и дизельного топлива. С середины XX века НПЗ практически не модернизировались. Загрузка нефтеперерабатывающих предприятий составляет немногим более половины: большая часть нефти экспортируется, возникает дефицит на внутреннем рынке.

- сложности с разработкой месторождений. Например, в Алжире добыча ведётся на зрелых участках, что требует современных технологий для её интенсификации.

- нехватка квалифицированного персонала. По опыту Лукойла эффективному сотрудничеству сильно мешали ограничения правительств африканских стран. Как пишет в своей статье Арсений Погосян, частым требованием было привлечение к работам местных жителей, однако кадров с нужной квалификацией просто не было.

- конкуренция. Китай, Индия и Ближний Восток обладают большим капиталом в Африке, в том числе в нефтегазовой отрасли, также представляет Африке технологии, стратегии долгосрочного партнерства и имеет доступ к большому количеству рынков сбыта.

Пути устранения барьеров и решения приоритетных задач нефтегазового сотрудничества России и Африки:

- Углубленное партнерство: создание стратегических альянсов между российскими и африканскими компаниями для обмена опытом и ресурсами.

- Инвестиции в инновации: предоставление стимулов для внедрения новых технологий, особенно в области экологии и повышения эффективности. К примеру, Татнефть предлагает поделиться опытом в области переработки нефти. В Поволжье, где холдинг добывает углеводороды, находится кластер по переработке нефти. Танзания и Ангола уже проявили интерес к технологиям и инвестициям компании, поскольку в странах наблюдается дефицит собственных перерабатывающих мощностей [8].

- Нормативно-правовое регулирование: разработка законодательных инициатив, способствующих как развитию отрасли, позволит ускорить процесс реализации нефтегазовых проектов в регионе. Так, согласно Плану действий Форума партнерства Россия – Африка на 2023–2026 годы предусмотрено расширение договорно-правовой основы сотрудничества Российской Федерации с ведущими региональными организациями Африки – Союзом Арабского Магриба, Сообществом развития Юга Африки, Общим рынком Восточной и Южной Африки и другими регионами. Также согласно Плану предусмотрено ежегодное проведение Международной парламентской конференции «Россия – Африка» [1].

- Образование и подготовка кадров: увеличение инвестиций в образование специалистов в области нефтегазовых технологий, а также привлечение российских специалистов для реализации проектов и обучения персонала африканских стран.

- Диверсификация экономики: поощрение развития смежных отраслей, таких как переработка и восстановление ресурсов, чтобы снизить зависимость от ценообразования на нефть и газ.

- Поставка оборудования и техники: «Газпром» представил на Африканской энергетической неделе пилотный проект по поставке автомобильных газозаправщиков в Танзанию [3].

Таким образом, перспективы сотрудничества России и Африки в нефтегазовой сфере лежат в области инвестиций в добычу и геологоразведку достаточно богатых ресурсов, продажи технологий и оборудования для нефтегаза, а также экспорта газа для обеспечения жителей африканских государств доступной электроэнергией. Представленные пункты по стимулированию развития нефтегазовых проектов позволят российским компаниям выйти на новый уровень прибыли, нарастить объемы добычи и укрепить связи с Африканскими странами.

Список литературы

1. План действий Форума партнерства Россия – Африка на 2023–2026 годы. URL: <http://www.kremlin.ru/supplement/5971>
2. В. Путин сообщил о проработке энергопроектов с участием России в Африке 27.07.2023. URL: <https://neftegaz.ru/news/partnership/788331-v-putin-soobishchil-o-prorabotke-energoproektov-s-uchastiem-rossii-v-afrike/?ysclid=m3q4z1et81512370281>
3. «Газпром» представил на Африканской энергетической неделе пилотный проект по поставке автомобильных газозаправщиков в Танзанию. 06.11.2024. URL: <https://www.gazprom.ru/press/news/2024/november/article577372/>
4. Лакстыгал И. Африка приглашает российские компании в энергопроекты для покрытия растущего спроса. Ведомости, 09.10.2024. URL: https://www.vedomosti.ru/analytics/world/articles/2024/10/08/1067439-afrika-priglasheet-rossiiskie-kompanii-v-energoproekti-dlya-pokritiya-rastuschego-sprosa?from=copy_text
5. Лукойл. Зарубежные проекты. URL: <https://lukoil.ru/Business/Upstream/Overseas>
6. Победова Л. Россия и Африка: новый этап большой энергетики. Энергетическая политика / Общественно-деловой научный журнал. 19.04.2023. URL: <https://energypolicy.ru/rossiya-i-afrika-novyyj-etap-bolshoj-energetiki/regiony/2023/12/19/>
7. Почему российский бизнес стремится в Африку — и какие у него там перспективы. Дзен, 28.01.2024. URL: <https://dzen.ru/a/ZbJWuhdvMkWHQErD>
8. Россия — Африка: чего ждать нефтегазу от разворота на юг? 02.08.2023. URL: <https://nprom.online/trends/rosseeya-afreeka-chyego-zhdat-nyeftyegazu-ot-razvorota-na-yug/?ysclid=m3q6xrp6x7487427707>
9. Anna Caprile and Eric Pichon. Russia in Africa: An atlas. European Parliament. February 2024. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/757654/EPRS_BRI\(2024\)757654_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/757654/EPRS_BRI(2024)757654_EN.pdf)
10. Statistical Review of World Energy, 2024

УДК 004.056

ДЕГТИМИРОВА АННА ЮРЬЕВНА, магистрант
БАДУЛИН МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: adegtemirova@mail.ru, m1chaela1ex01010@gmail.com

**ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ**

В данной публикации освещается вопрос обучения экспертов по информационной безопасности, предназначенных для службы в энергетическом секторе. Особое внимание уделяется необходимости защиты энергетических активов, а также подчеркивается значимость высокой квалификации специалистов в данной области. Описывается, что профессиональные знания и умения в сфере информационной безопасности являются ключевыми для успешного функционирования энергетического сектора.

Ключевые слова: информационная безопасность, энергетика, подготовка специалистов, профессиональная компетенция.

Отрасль электроэнергетики требует особого внимания и тщательности во всех аспектах, включая обеспечение информационной безопасности (ИБ) и защиту информации (ЗИ). Энергетические комплексы являются стратегически важными для государства инфраструктурными системами, поэтому требуют особых мер по обеспечению информационной безопасности [1].

При защите объектов энергетических комплексов первостепенное внимание уделяется предотвращению несанкционированных воздействий на оборудование и нарушениям связи между подстанциями. В энергетике широко используются проверенные временем методы обеспечения ИБ, при этом для защиты технологических сетей обычно не применяются специфические инструменты [2]. Особенность защиты промышленных объектов заключается в том, что средства защиты не должны негативно влиять на технологические процессы.

Информация об уязвимостях в оборудовании, используемом для управления передачей электроэнергии и обеспечения безопасности высоковольтного оборудования в чрезвычайных ситуациях, а также о сетевых протоколах, может дать злоумышленнику возможность воздействовать на технологические процессы [3]. Защита сетевого оборудования, через которое передается информация от подстанции к диспетчерским центрам, имеет важное значение, поскольку современные предприятия объединены в промышленные и офисные сети, а также могут быть связаны с сетью Интернет [4].

Вторым ключевым аспектом является обеспечение безопасности рабочих мест операторов и серверов от вредоносного ПО, запуска незаконных приложений и подключения несанкционированных внешних устройств. Третьей задачей по обеспечению безопасности объектов энергетики является защита промышленных контроллеров от несанкционированного доступа, изменения кода и отправки некорректных команд.

Еще одной ключевой особенностью, влияющей на обеспечение безопасности информации в энергетике, является широкое географическое разнообразие информационных систем энергетических компаний, требующее централизованной политики безопасности. Из-за этого проводится множество проектов по созданию подсистем централизованного управления различными сегментами системы обеспечения информационной безопасности (СОИБ).

Также стоит отметить, что многие организации, осознав важность обеспечения защиты информации для энергетических объектов, столкнулись с дефици-

том квалифицированных специалистов в этой области [5]. Основываясь на результатах работы Центра компетенции ИБ АСУ ТП можно выделить следующие ключевые аспекты, рекомендуемые к изучению в рамках подготовки будущих специалистов в области ИБ для работы в электроэнергетической отрасли:

- различия в методах защиты кибербезопасности промышленных систем по сравнению с информационной безопасностью в стандартных информационных сетях;
- специфика законодательных норм, регулирующих кибербезопасность в промышленной сфере;
- слабые места в системе электроэнергетики, типы атак, направленных на них, и методы защиты от таких нападений;
- методы и инструменты для грамотной работы в центрах управления кризисными ситуациями.

Кроме того, к квалификации специалиста по информационной безопасности в энергетической отрасли должны предъявляться дополнительные, специфические критерии.

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту по направлению подготовки 10.00.00 «Информационная безопасность» [4], по итогам освоения образовательной программы у выпускника должны быть развиты универсальные (культурно-общенаучные), общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Исследователи в работе [6] подчеркивают, что универсальные компетенции отображают базовые требования, которые должен удовлетворять выпускник любого образовательного учреждения, вне зависимости от его специализации. Авторы отмечают, что для эксперта в области информационной безопасности в энергетической отрасли особую значимость имеют универсальные компетенции, включающие в себя аналитическое мышление, критический анализ рабочих процессов, правильное принятие решений, обоснованное формирование собственной точки зрения.

Общепрофессиональные компетенции определяются как набор фундаментальных профессиональных навыков, знаний и умений, которые необходимы для выполнения любой профессиональной работы. К ним относятся универсальные практические умения и навыки, присущие сфере информационных технологий, включая восстановление и техническое обслуживание компьютерной аппаратуры, установку и настройку системного и прикладного ПО, оптимизацию рабочих станций для повышения их эффективности и прочее.

Степень развития профессиональной компетентности отражает уровень владения конкретным работником (выпускником учебного заведения) своей специализацией и готовность к исполнению профессиональных обязанностей. Профессиональные навыки показывают, насколько эффективно, точно и быстро сотрудник способен принимать решения в сложных рабочих ситуациях.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующий вывод: важно обратить внимание студентов на то, что разработка системы информационной безо-

пасности любого энергетического предприятия должна начинаться с прогнозирования и оценки рисков безопасности. Основной подход к оценке – создание моделей потенциальных угроз и моделей нарушителей, которые помогут эффективно распределять ресурсы при создании системы безопасности и предотвращать попытки кибератак. Кроме того, оценка рисков безопасности в энергетике характеризуется непрерывностью: аудит в процессе эксплуатации системы проводится постоянно для выявления угроз, утечек и искажений данных, несанкционированного доступа к объектам энергетики и прочего, с целью оперативного принятия мер по обеспечению максимальной защиты этих объектов и поддержания системы защиты в актуальном состоянии.

В соответствии с исследованием [7], в энергетической сфере особенностью является наличие двух уровней обеспечения информационной безопасности:

- уровень корпоративных сетей и информационных систем;
- уровень автоматизированных систем управления технологическими процессами в целом.

Следовательно, разработка системы защиты должна основываться на основных принципах информационной безопасности: гарантировать целостность, конфиденциальность и доступность информационно-технологических объектов обоих уровней [8]. При этом необходимо учитывать особенности автоматизированных систем управления технологическими процессами, используемых в энергетике (включая системы управления, телемеханику, релейную защиту и автоматику, коммерческий и технологический учет и прочее) [9].

Поскольку работа всех информационных систем энергетических компаний направлена на обеспечение непрерывной генерации и своевременной поставки электроэнергии конечным потребителям, основными объектами защиты при обеспечении информационной безопасности систем первого уровня являются:

- персональные данные (как сотрудников, так и клиентов);
- информация о структуре и функционировании критических инфраструктур;
- внутренняя информация [7].

В рамках обеспечения информационной безопасности энергетического предприятия необходимо выделить следующие уровни ЗИ [10]:

- Физическая защита (ограничение доступа к управляющим панелям, диспетчерским помещениям, оборудованию и кабелям) для предотвращения несанкционированного доступа;
- Сетевая безопасность, включающая в себя защиту сетевой инфраструктуры офиса компании (например, межсетевые экраны с системами предотвращения вторжений) и интегрированные средства защиты в сетевое оборудование (коммутаторы и маршрутизаторы);
- Защита рабочих станций и серверов (управление обновлениями программного обеспечения, использование антивирусного ПО, удаление неактуальных приложений, протоколов и сервисов);
- Безопасность приложений (аутентификация, авторизация и аудит при доступе к приложениям);

- Защита устройств (контроль изменений и ограничение доступа).

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что подготовка специалистов по информационной безопасности для компаний в энергетической сфере должна учитывать специфику отрасли. Для обеспечения эффективности образовательного процесса необходимо сотрудничество между экспертами в областях энергетики, информационной безопасности и профессионального образования.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

2. Технологии обеспечения безопасности информационных систем / А. Л. Марухленко, Л. О. Марухленко, М. А. Ефремов [и др.]. – Москва-Берлин : ООО "Директмедиа Паблишинг", 2021. – 210 с. – ISBN 978-5-4499-1671-6.

3. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

4. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.

5. АИС провела первый мастер-класс в рамках Центра компетенции ИБ АСУ ТП компании ICL СТ. 2018 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.icl.ru/presscenter/news/ais-held-the-first-master-class-within-the-framework-of-the-competence-center-of-information-security/>.

6. Компетентность. Компетентный подход / под ред. доктора пед. наук, профессора И. Д. Рудинского. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2018. – 240 с.

7. Невский, А. Без погон, но офицеры. 2013 год. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journal.ib-bank.ru/post/239>.

8. Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования (ФГОС СПО) нового поколения. 2018 год. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.edu.ru/abitur/act.86/index.php#Par10> Режим доступа: свободный.

9. Информационная безопасность в энергетике. 2018 год. [Электронный ресурс]. – URL: http://systemres.ru/security/ib_energy_sector/.

10. Прохоров, Д. Информационная безопасность в электроэнергетике. Отраслевые нюансы / Д. Прохоров, А. Кондратенко // «Connect! Мир связи». – 2012. – № 3. – С. 32-34.

ЗАБОЛОТСКИХ МАРИЯ ОЛЕГОВНА, магистрант

Научный руководитель -

КИСЕЛЕВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ, к.т.н.

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
mashaboloto@icloud.com

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

С ростом потребления электроэнергии и усложнением энергетических систем, точная оценка и прогнозирование потребления энергии становится ключевой задачей. Традиционные методы прогнозирования, основанные на статистических моделях, часто не справляются с динамичными изменениями в поведении потребителей и сложностью современных энергетических систем. На помощь приходит машинное обучение – мощный инструмент анализа данных, способный найти скрытые закономерности и спрогнозировать будущие тренды.

В этой статье мы рассмотрим применение алгоритмов машинного обучения для прогнозирования потребления электроэнергии. Исследуем, как алгоритмы машинного обучения справляются с этой сложной задачей, какие преимущества они предлагают и как их применение помогает оптимизировать работу энергетических систем, повысить эффективность использования ресурсов и сократить затраты.

Ключевые слова: электроэнергия, машинное обучение, прогнозирование, оптимизированная работа, ресурсы.

Прогнозирование потребления электроэнергии является ключевой задачей для оптимизации энергетических систем. Традиционные методы прогнозирования имеют ограничения, связанные с динамичностью спроса и сложностью факторов, влияющих на потребление. Алгоритмы машинного обучения предлагают перспективное решение для повышения точности и эффективности прогнозирования.

Существуют различные алгоритмы машинного обучения, применяемые для прогнозирования потребления электроэнергии: линейная регрессия, методы опорных векторов, нейронные сети, деревья решений, ансамблевые методы (например, случайный лес) [1].

Нейронные сети, особенно глубокие нейронные сети (DNN), становятся лидерами в прогнозировании энергопотребления. Они способны учитывать множество факторов, включая погодные условия, время суток, день недели, праздники, и даже социальные события. DNN могут также изучать сезонные и долгосрочные тренды в потреблении энергии.

Преимущества нейронных сетей следующие, DNN могут достигать очень высокой точности прогнозирования, превосходя другие методы. DNN способны учитывать сложные нелинейные зависимости между факторами и потреблением энергии. DNN могут автоматически настраивать свои параметры в процессе обучения, что упрощает процесс прогнозирования [2].

Рассмотрим пример прогнозирования потребления электроэнергии с помощью нейронной сети.

Необходимо прогнозировать потребление электроэнергии в офисе в течение следующих 24 часов, учитывая исторические данные о потреблении, температуру наружного воздуха и количество сотрудников в офисе.

Данные, которые нам понадобятся:

X - исторические данные о потреблении электроэнергии за последние 7 дней (почасовая разбивка). Прогноз температуры наружного воздуха на следующие 24 часа. Количество сотрудников в офисе в течение следующих 24 часов.

Y - потребление электроэнергии в офисе в течение следующих 24 часов (почасовая разбивка).

В данном случае будет использоваться свёрточная нейронная сеть (CNN) с рекуррентным слоем (RNN). CNN используются для анализа временных зависимостей в исторических данных о потреблении электроэнергии. Они способны выявлять повторяющиеся паттерны и тенденции в данных, например, сезонные колебания потребления, пиковые нагрузки в определенные часы дня или недели. CNN содержат сверточные слои, которые используют сверточные ядра для сканирования входных данных и извлечения характерных особенностей. Пулинг помогает сжать информацию и уменьшить размерность данных, сохраняя при этом важные особенности. CNN обучаются на большом объеме исторических данных, что позволяет им изучать сложные временные зависимости.

RNN предназначены для обработки последовательных данных, таких как количество сотрудников и температура, которые могут меняться в течение дня. RNN способны "запоминать" предыдущую информацию и использовать ее для предсказания будущих значений. RNN содержат рекуррентные слои, которые передают информацию из предыдущих временных шагов в текущий шаг. RNN сохраняет в векторе состояния информацию о предыдущих шагах, что позволяет им учитывать текущие условия и контекст. RNN обучаются на данных, содержащих информацию о количестве сотрудников, температуре и других факторах, которые влияют на потребление энергии [3].

Результат работы CNN и RNN объединяется в единую модель, которая прогнозирует потребление энергии с учетом как исторических данных, так и текущих условий. Объединение сверточных нейронных сетей (CNN) и рекуррентных нейронных сетей (RNN) предлагает эффективное решение для прогнозирования потребления электроэнергии с учетом как исторических данных, так и текущих условий. Эта гибридная модель может быть использована в разных сферах, способствуя оптимизации энергетических систем и повышению эффективности использования ресурсов [4].

Модель обучается на данных X и Y с использованием алгоритма обратного распространения ошибки.

Первым шагом является подготовка данных, а именно данные о потреблении, температуре и количестве сотрудников преобразуются в формат, подходящий для обучения нейронной сети. Например, исторические данные о потреблении могут быть представлены в виде матрицы, где строки соответствуют часам, а столбцы - дням.

Далее нейронная сеть обучается на исторических данных, чтобы найти оптимальные значения весов и смещений для точного прогнозирования потребления.

После обучения модель принимает на вход данные о температуре, количестве сотрудников и исторические данные о потреблении за последние 7 дней, и выдает прогноз потребления электроэнергии на следующие 24 часа.

Данный пример является иллюстрацией и не отражает все нюансы применения нейронных сетей для прогнозирования потребления электроэнергии. Выбор конкретной архитектуры нейронной сети и алгоритма обучения зависит от специфики задачи и качества доступных данных.

Но что можно отметить с точностью, так это преимущества нейронной сети в данном случае. Благодаря способности моделировать сложные нелинейные зависимости, нейронные сети достигают высокой точности прогнозирования потребления электроэнергии. Это важно, как для индивидуальных потребителей, так и для энергетических компаний, которые могут более точно планировать производство и распределение энергии, снижая затраты и повышая эффективность [5].

Реальные данные о потреблении электроэнергии часто содержат шум и выбросы, которые могут искажать результаты прогнозирования. Нейронные сети более устойчивы к шуму и выбросам, чем линейные модели, благодаря своей нелинейной структуре и способности изучать распределения данных.

Представьте, что мы хотим прогнозировать потребление электроэнергии в жилом доме. Нейронная сеть может учитывать не только температуру и влажность, но и время суток, день недели, количество жильцов в доме, и даже сведения о том, какие приборы включены. Все эти факторы взаимодействуют друг с другом нелинейным образом, что делает прогнозирование потребления электроэнергии очень сложной задачей. Нейронная сеть способна учитывать все эти факторы и создать точную модель, которая может прогнозировать потребление с высокой степенью точности [6].

Таким образом, нейронные сети являются мощным инструментом для прогнозирования потребления электроэнергии. Их способность моделировать сложные нелинейные зависимости, высокая точность прогнозирования и устойчивость к шуму и выбросам в данных делают их незаменимыми для оптимизации энергетических систем и повышения эффективности использования ресурсов.

Список литературы

1. Комплексный анализ применения эффективных технологий для повышения устойчивого развития природно-технической системы / Р.В. Клюев, И.И. Босиков, А.В. Майер, О.А. Гаври-на // Устойчивое развитие горных территорий. - 2020. - С. 283-290.
2. Da-sheng Lee, Yan-Tang Chen, Shih-Lung Chao Universal workflow of artificial intelligence for energy saving // Energy Reports. - 2022. - V. 8. - P. 1602-1633.
3. Energy-saving potential prediction models for large-scale building: a state-of-the-art review / Xiu'e Yang, Shuli Liu, Yuliang Zou, Wenjie Ji, Qunli Zhang, Abdullahi Ahmed, Xiaojing Han, Yongliang Shen, Shaoliang Zhang // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2022. - V. 156. - 111992.

4. Energy saving technologies and mass-thermal network optimization for decarbonized iron and steel industry: A review / R.Q. Wang, L. Jiang, Y.D. Wang, A.P. Roskilly // Journal of Cleaner Production. - 2020. - V. 274. - 122997.

5. Tiancheng Shang, Peihong Liu, Junxiong Guo How to allocate energy-saving benefit for guaranteed savings EPC projects? A case of China // Energy. - 2020. - V. 191. - 116499.

6. Energy-saving effect of integrated cooling unit with rotary booster and compressor for data center / Yu Liu, Guoyuan Ma, Lianzheng Xue, Feng Zhou, Lei Wang // International Journal of Refrigeration. - 2020. - V. 119. - P. 366-375.

ЗАГРЕВСКАЯ ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА, магистрант

Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия

e-mail: zagrevskaya.olya@mail.ru

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу современных методов выявления неконтролируемого потребления электроэнергии, включая традиционные подходы, интеллектуальные системы учета, аналитические инструменты и перспективные технологии. Рассматриваются основные преимущества и недостатки используемых методов, а также их влияние на повышение эффективности энергосистем.

Ключевые слова: неконтролируемое потребление электроэнергии, интеллектуальные системы учета, методы выявления потерь, блокчейн-технологии.

Современные энергетические сети, сталкиваясь с увеличением объемов нагрузки и повышением сложности управления, вынуждены адаптироваться к вызовам времени, включая необходимость минимизации потерь. Эти потери могут быть разделены на технические, связанные с физическими характеристиками оборудования и инфраструктуры, и нетехнические, возникающие вследствие намеренного вмешательства потребителей или ошибок в системе учета. В условиях растущего энергопотребления и внедрения возобновляемых источников энергии необходимость решения проблемы неконтролируемого потребления приобретает ключевое значение для обеспечения устойчивости энергетических систем [1-3].

Цель данного исследования заключается в анализе существующих методов выявления неконтролируемого потребления электроэнергии, что позволит систематизировать подходы, применяемые в данной области, и выделить наиболее эффективные из них. Задачами статьи являются описание основных типов потерь, классификация существующих методов выявления неконтролируемого потребления, а также выявление возможностей их совершенствования.

Неконтролируемое потребление электроэнергии представляет собой комплексное явление, связанное как с техническими ограничениями инфраструктуры энергоснабжения, так и с человеческим фактором, включая умышленные действия и несанкционированное вмешательство в систему учета [4-6].

Технические потери возникают в результате неэффективной работы сетевого оборудования, старения инфраструктуры, а также физических процессов, таких как нагрев проводников и утечка энергии. Будучи естественным следствием передачи электроэнергии на большие расстояния и использования устаревших технологий, эти потери сложно устранить полностью, но возможно сократить, применяя современные методы диагностики и профилактики.

В то же время нетехнические потери, являясь более значимой угрозой, часто связаны с хищениями электроэнергии, некорректным учетом или ошибками в передаче данных. Примером может служить умышленное подключение к сетям в обход счетчиков, манипуляции с измерительными приборами, а также внедрение вредоносных программ для искажения показаний интеллектуальных систем учета. Масштабы таких вмешательств варьируются от индивидуальных случаев до систематических злоупотреблений, организованных на уровне предприятий или коммунальных служб [7-9].

Факторами, усугубляющими данную проблему, являются низкая эффективность существующих методов мониторинга, недостаточная автоматизация систем контроля, а также высокая стоимость модернизации сетевой инфраструктуры. В некоторых регионах, особенно с развивающейся энергетической системой, слабая нормативно-правовая база и низкая осведомленность потребителей о последствиях хищений электроэнергии также играют существенную роль. Кроме того, глобальная цифровизация энергетики, хотя и приносит существенные преимущества, влечет за собой новые риски, включая киберугрозы, способные вывести из строя интеллектуальные системы учета или исказить их данные [10-12].

Влияние неконтролируемого потребления электроэнергии на энергетическую систему многообразно. Оно приводит не только к прямым финансовым потерям, но и к перераспределению затрат на добросовестных потребителей, создавая дополнительное давление на тарифы. Кроме того, увеличивая нагрузку на энергетическую сеть, такие потери снижают надежность снабжения, провоцируя аварийные ситуации и нарушения в работе оборудования. Наконец, систематическое игнорирование проблемы подрывает доверие потребителей к энергетическим компаниям и государственным органам, ответственных за регулирование отрасли.

Таким образом, проблема неконтролируемого потребления электроэнергии требует комплексного подхода к её решению, который включает технические инновации, усиление контроля и развитие системы учета, а также образовательные меры, направленные на формирование ответственного отношения к использованию энергоресурсов.

Выявление неконтролируемого потребления электроэнергии является одной из ключевых задач современной энергетики, требующей применения комплексных подходов, которые сочетают технические, аналитические и организационные меры. Существующие методы направлены на идентификацию технических и нетехнических потерь, а также на предотвращение будущих утечек

электроэнергии, используя как традиционные, так и инновационные технологии.



Рисунок 1 – Методы выявления неконтролируемого потребления

Рассмотрим каждый из перечисленных методов:

Наиболее ранние методы включают физические инспекции и анализ показаний электросчетчиков. Эти подходы предполагают регулярные или внеплановые проверки объектов потребления, во время которых инспекторы проверяют целостность приборов учета, правильность подключения и соответствие заявленного потребления фактическим объемам. Такой способ, несмотря на простоту, обладает значительными недостатками, включая высокие затраты на человеческие ресурсы, временные издержки и зависимость от человеческого фактора, что может приводить к неточностям и пропуску нарушений.

Дополнительно используется метод сверки показаний. Анализируя изменения в потреблении электроэнергии по сравнению с историческими данными, специалисты выявляют резкие отклонения, которые могут свидетельствовать о вмешательстве в работу счетчиков или о технических сбоях. Однако данный подход ограничен в своей точности, поскольку не учитывает внешние факторы, такие как сезонные колебания или изменения в поведении потребителей.

В последние десятилетия традиционные методы дополняются интеллектуальными технологиями, позволяющими значительно повысить точность и оперативность выявления потерь. Одним из наиболее эффективных инструментов являются ****интеллектуальные счетчики****, которые, обладая способностью передавать данные в реальном времени, обеспечивают централизованный мониторинг потребления электроэнергии. Такие системы позволяют автоматически фиксировать аномалии, включая резкие скачки нагрузки или подозрительные снижения потребления, что дает возможность оперативно реагировать на инциденты.

Кроме того, развитие систем дистанционного мониторинга, основанных на использовании телеметрии, обеспечивает возможность анализа состояния сетей и приборов учета на удаленных участках, что особенно важно в случаях, когда физическая инспекция затруднительна. Интеграция данных с интеллектуальных счетчиков в единую информационную систему, дополненная аналитическими

инструментами, позволяет оперативно обнаруживать несанкционированное потребление и прогнозировать возможные риски.

Современные аналитические методы включают использование алгоритмов машинного обучения и методов статистического анализа для обнаружения аномалий. Применяя модели прогнозирования, основанные на исторических данных о потреблении, можно создавать эталонные профили потребления для каждого потребителя и автоматически выявлять отклонения, свидетельствующие о возможных утечках или хищениях.

Методы статистического анализа, такие как расчет среднего потребления, определение пороговых значений или корреляция потребления с внешними факторами (например, температурой воздуха или временем суток), дополняют алгоритмические подходы, обеспечивая более комплексную оценку ситуации. Применение этих методов требует высокой точности исходных данных, что делает интеграцию со смарт-счетчиками и IoT-устройствами особенно ценной.

Геоинформационные системы (ГИС) находят все более широкое применение в энергетике, предоставляя возможность визуализировать потери в электросетях и анализировать их пространственное распределение. Используя данные о нагрузках на сетевые участки, геоинформационные инструменты помогают выявлять проблемные зоны, где наиболее вероятны утечки энергии или вмешательство в систему учета. Эти методы также применяются для оценки технического состояния оборудования и оптимизации маршрутов инспекционных проверок.

Каждый из перечисленных методов обладает своими преимуществами и ограничениями. Традиционные подходы, несмотря на их относительную дешевизну, не способны обеспечить масштабируемость и требуют значительных человеческих ресурсов. Современные технологии, такие как интеллектуальные счетчики и алгоритмы машинного обучения, хотя и эффективны, требуют существенных первоначальных инвестиций и квалифицированного технического сопровождения. Геоинформационные системы и IoT-устройства, расширяя возможности сетевого мониторинга, одновременно увеличивают уязвимость системы к киберугрозам, что требует дополнительных мер безопасности.

Эффективность выявления неконтролируемого потребления электроэнергии зависит от оптимального сочетания методов, адаптированных к условиям конкретной энергосистемы, и обеспечения их надежной интеграции в существующую инфраструктуру [13-15].

На основании перечисленных преимуществ и недостатков можно сделать вывод, что выбор методов для выявления неконтролируемого потребления электроэнергии зависит от особенностей конкретной энергосистемы, доступных ресурсов и поставленных задач. Тогда как традиционные методы сохраняют свою актуальность в условиях ограниченных ресурсов, современные интеллектуальные технологии обеспечивают более высокую точность и оперативность, но требуют значительных инвестиций и квалифицированного персонала.

Эффективное использование методов предполагает их сочетание, позволяя компенсировать недостатки одного подхода преимуществами другого. Такой

гибкий подход способствует достижению оптимального соотношения затрат и эффективности в борьбе с неконтролируемым потреблением электроэнергии.

Современные тенденции в области энергетики, характеризующиеся цифровизацией, переходом к интеллектуальным системам управления и интеграцией возобновляемых источников энергии, требуют инновационных подходов к выявлению и контролю неконтролируемого потребления электроэнергии. Перспективное развитие технологий направлено на повышение точности диагностики, снижение затрат на мониторинг и улучшение устойчивости энергосистем в условиях растущей сложности их архитектуры.

Блокчейн, благодаря своей прозрачности и неизменяемости данных, предлагает революционные решения в области учета электроэнергии. Использование распределенных реестров позволяет фиксировать все транзакции, связанные с потреблением, передачей и оплатой электроэнергии, создавая прозрачную систему, исключающую возможность вмешательства или подделки данных.

Особую актуальность блокчейн-технологии приобретают в рамках децентрализованных энергосистем, где распределенные реестры обеспечивают контроль и учет энергии, производимой и потребляемой отдельными участниками, включая домашних потребителей и мелкие предприятия.

Таким образом, перспективы развития технологий для контроля потребления электроэнергии связаны с дальнейшей цифровизацией отрасли, внедрением инновационных решений и укреплением безопасности энергосистем. Внедрение этих технологий требует комплексного подхода, включающего техническое оснащение, подготовку специалистов и создание соответствующей нормативно-правовой базы.

Современная энергетика сталкивается с рядом сложных вызовов, среди которых проблема неконтролируемого потребления электроэнергии занимает ключевое место, обуславливая необходимость разработки и внедрения комплексных методов мониторинга, анализа и управления. В условиях стремительной цифровизации и расширяющегося применения интеллектуальных технологий, данная задача требует междисциплинарного подхода, объединяющего достижения инженерии, информатики и аналитики.

Применение традиционных методов, включающих физические инспекции и анализ показаний электросчетчиков, по-прежнему актуально в ряде случаев, особенно в регионах с ограниченным доступом к передовым технологиям. Тем не менее, стремительно развивающиеся интеллектуальные системы, включающие использование смарт-счетчиков, геоинформационных технологий, Интернета вещей и алгоритмов машинного обучения, демонстрируют значительно более высокую эффективность, позволяя оперативно выявлять отклонения в потреблении и предлагать адаптивные решения для предотвращения потерь.

Особое внимание уделяется созданию интегрированных систем, объединяющих в себе инструменты анализа больших данных, квантовые вычисления и технологии блокчейна, которые, обладая потенциалом значительного повышения прозрачности и точности, позволяют минимизировать риски как технических, так и нетехнических потерь. При этом успешное применение подобных

инноваций требует не только высоких финансовых вложений, но и систематической подготовки квалифицированных специалистов, а также разработки надежной нормативно-правовой базы, учитывающей сложность и многоуровневость современных энергосистем.

Важнейшей задачей остается обеспечение кибербезопасности, что обусловлено возрастанием уязвимости цифровых энергосистем перед внешними угрозами. Объединяя технологические новшества с усилением мер по защите данных, энергокомпании стремятся создать устойчивую инфраструктуру, способную эффективно противостоять внешним и внутренним факторам риска.

Перспективы решения проблемы неконтролируемого потребления электроэнергии связаны с дальнейшим развитием технологий, повышением интеграции инновационных решений и созданием комплексных стратегий, которые позволят не только снизить текущие потери, но и обеспечить стабильность энергосистемы в долгосрочной перспективе.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 03.04.2013 № 511-р (ред. от 18.07.2015) «Об утверждении Стратегии развития электросетевого комплекса Российской Федерации».
2. Официальный сайт ПАО «Россети» [Электронный ресурс] / Режим доступа! <http://www.rosseti.ru>
3. Рекомендации Круглого стола на тему «Текущее состояние и перспективы развития электросетевого комплекса России. Основные проблемы и пути их преодоления», Комитет Государственной Думы по энергетике. [Электронный ресурс] / <http://www.komitet2-13.km.duma.gov.ru/Rabota/Rekomendacii-po-itogam-meropriyatij/item/15508828/>
4. Годовой отчет ПАО «Россети» по результатам работы за 2016 год [Электронный ресурс] / <http://www.rosseti.ru/investors/info/year/>
5. Об электроэнергетике: Федеральный закон от 26.03.2003 № 35 -ФЗ (ред. от 2 .07.2017) [Текст] / Собрание законодательства РФ, № 13, 31.03.2003, ст. 1177.
6. ГОСТ Р 54130-2010. Качество электрической энергии. Термины и определения [Текст]. - Введ. с 01.07.2012 - Москва ; Стандартинформ, 2012. - 31с.
7. Воропай, Н.И. Надежность систем электроснабжения [Текст]: учеб. пособие / Н.И. Воропай. - Изд. 2-е, перераб. и доп. – Новосибирск: Наука, 2015. - 208 с.
8. Положение «О единой технической политике в электросетевом комплексе», утверждено Советом Директоров ПАО «Россети», протокол от 22.02.2017 № 252. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.rosseti.ru/investment/science/tech/>
9. ГОСТ 27.002.2015. Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения [Текст]. - Введ. с 01.03.2017 - Москва ! Стандартинформ, 2016. - с.
10. Китушин, В.Г. Надежность энергетических систем [Текст]: учеб. пособие для электроэнерг. спец. вузов / В.Г. Китушин. - Москва ! Высшая школа, 1984. - 256 с.
11. Китушин, В.Г. Надежность энергетических систем [Текст]: Часть первая, Теоретические основы: учеб. пособие / В.Г. Китушин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. - 256 с.
12. Ковалев, Г. Ф. Надежность систем электроэнергетики [Текст] / Г.Ф. Ковалев, Л.М. Лебедева; отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2015. – 224 с.
13. Непомнящий, В.А. Надежность оборудования энергосистем [Текст] / В.А. Непомнящий // ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ. Передача и распределение. - 2013. - №3. - С. 1-6.
14. Папков, Б.В. Вероятностные и статистические методы оценки надёжности элементов и систем электроэнергетики: теория, примеры, задачи [Текст]: учеб. пособие / Б.В. Папков, В.Л. Осокин. - Новосибирск ; Изд-во НГУЭУ, 2015. - 356 с.

15. Савельев, В.А. Проблемы и пути повышения надежности электротехнического оборудования [Текст] / В.А. Савельев // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. - 1 2. Вып. 39. - С. 140-172.

ЗАРИПОВ АРТУР РАМИЛЕВИЧ, магистрант

Научный руководитель –

ШЛЕЙМОВИЧ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ, к. т. н., доцент

Казанский национальный исследовательский

технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г.Казань Россия

artur.zar@icloud.com

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

Статья посвящена анализу роли цифровых технологий в интеграции возобновляемых источников энергии в традиционные энергосистемы. Рассматриваются современные решения, такие как системы управления энергией, интернет вещей, искусственный интеллект и блокчейн, которые способствуют оптимизации работы энергосетей и повышению их гибкости.

Ключевые слова: цифровизация, возобновляемые источники энергии, искусственный интеллект, интернет вещей, системы управления энергией, блокчейн, интеллектуальные сети.

При переходе к устойчивому и экологически чистому будущему цифровизация энергетического сектора играет главную роль. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), например, солнечные или ветряные электростанции, быстрыми темпами набирают популярность, постепенно отодвигая на второй план традиционные формы генерации энергии на основе ископаемого топлива. Но при широком внедрении ВИЭ можно столкнуться с серьезными проблемами, такими как нестабильность генерации, необходимость балансировки энергосистемы и ограниченная гибкость существующей инфраструктуры.

Современные цифровые технологии предлагают инструменты для эффективного решения этих проблем. Благодаря им возможно интегрировать ВИЭ в энергосистемы, обеспечивая оптимальное управление потоками энергии, повышение надежности сети и снижение затрат. Интернет вещей, искусственный интеллект, интеллектуальные сети и блокчейн позволяют менять способы, которыми производится, распределяется и потребляется энергия, благодаря чему энергетика становится более адаптивной и устойчивой.

В последнее время ВИЭ показывают быстрые темпы роста, занимая более высокие доли в мировом энергетическом балансе. По данным аналитического центра Ember, в 2023 году доля ВИЭ в глобальной выработке электроэнергии достигла рекордных 30,3%, увеличившись с 29,4% в 2022 году [1]. Этот рост обусловлен активным развитием солнечной и ветровой энергетики, особенно в таких странах, как Китай, который внес значительный вклад в увеличение глобальных мощностей.

Традиционные энергосистемы, которые основаны на централизованной генерации с использованием ископаемого топлива, сталкиваются с рядом проблем при интеграции ВИЭ. Непредсказуемость природы генерации из возобновляемых источников создает сложности в балансировке спроса и предложения, что требует модернизации существующей инфраструктуры и внедрения новых технологий управления энергопотоками.

Кроме того, устаревшие сети электропередачи и ограниченные возможности хранения энергии затрудняют эффективное использование ВИЭ. Для успешной интеграции возобновляемых источников в энергосистему необходимо внедрение интеллектуальных сетей, систем управления энергией и других цифровых решений, позволяющих повысить гибкость и надежность энергоснабжения.

Цифровые технологии позволяют обеспечивать эффективное управление и оптимизацию процессов генерации, распределения и потребления энергии, благодаря интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в традиционные энергосистемы. Одним из таких инструментов являются системы управления энергией (Energy Management Systems, EMS), которые позволяют в реальном времени контролировать и регулировать потоки энергии между различными источниками и потребителями, обеспечивая балансировку и стабильность сети. Данные системы позволяют повышать эффективность работ энергосистемы и снижать эксплуатационные затраты [2].

Благодаря интернету вещей возможно мониторить и управлять компонентами энергосистемы на уровне отдельных устройств. Датчики и интеллектуальные устройства, которые подключены к сети, собирают данные о состоянии оборудования, погодных условиях и потреблении энергии, что позволяет оперативно реагировать на изменения и оптимизировать работу системы. С внедрением интернета вещей в энергетику позволяет повышать надежность и гибкость энергоснабжения.

Искусственный интеллект и машинное обучение позволяют использовать прогнозирования выработки энергии из ВИЭ и анализа потребительского спроса для прогнозирования. С помощью алгоритмов искусственного интеллекта возможно обрабатывать большие объемы данных, выявлять закономерности и предсказывать всевозможные сценарии развития событий, благодаря чему операторы энергосистем могут принимать обоснованные решения и эффективно управлять ресурсами.

Цифровые двойники – виртуальные модели физических объектов или процессов, которые используют для симуляции и анализа работ энергосистем. С помощью них возможно проводить тестирование различных сценариев, выявлять потенциальные проблемы и оптимизировать работу оборудования без риска для реальной инфраструктуры. При использовании цифровых двойников в энергетике возможно повысить эффективность и надежность работы систем, а также снизить затраты на обслуживание и модернизацию [3].

Цифровизация энергетического сектора приносит множество преимуществ, способствует повышению эффективности, надежности и устойчивости энергосистем. Главным аспектом является возможность управления и контроля про-

изводственными процессами в реальном времени, благодаря чему возможно оперативно реагировать на изменения спроса и предложения, оптимизировать распределение ресурсов и минимизировать потери энергии [4].

При внедрении цифровых технологий также возможно снизить эксплуатационные затраты. Системы предиктивного обслуживания, которые основаны на анализе данных с датчиков и использовании искусственного интеллекта, позволяют прогнозировать возможные отказы оборудования и проводить своевременное техническое обслуживание, предотвращая дорогостоящие аварии и продлевая срок службы оборудования.

Более того, внедрение цифровых технологий открывает новые возможности человеку для интеграции возобновляемых источников энергии в традиционные энергосистемы. Интеллектуальные сети и системы управления энергией обеспечивают эффективную координацию между различными источниками генерации и потребителями, способствуя более стабильной и надежной работе энергосистемы даже при высокой доле ВИЭ.

И наконец, цифровизация повышает доступность информации для всех участников энергетического рынка, что способствует более информированному принятию решений и улучшению взаимодействия между производителями, поставщиками и потребителями энергии, а также стимулирует развитие новых бизнес-моделей и услуг в энергетическом секторе [5].

Можно выделить несколько успешных примеров внедрения цифровых технологий в энергетический сектор. Компания Ørsted, датский лидер в области возобновляемой энергетики, использует цифровые решения для оптимизации работы своих ветряных электростанций. В Германии компания E.ON, благодаря внедрению интеллектуальных сетей, смогла интегрировать распределение источников энергии, включая солнечные панели и ветряные турбины, в единую энергосистему.

Китайская компания State Grid Corporation разработала систему управления энергией, которая интегрирует различные источники энергии, включая ВИЭ, в национальную энергосеть. Данная система использует передовые цифровые технологии для оптимизации распределения энергии и повышения эффективности работы всей энергосистемы [6].

Благодаря цифровизации в сфере возобновляемых источников энергии возможно открыть новые горизонты для интеграции экологически чистых технологий в традиционные энергосистемы. Современные цифровые решения, такие как системы управления энергией, интернет вещей, искусственный интеллект и блокчейн, позволяют эффективно управлять энергопотоками и повышать надежность и гибкость энергосетей. Успешные примеры из разных стран подтверждают, что внедрение цифровых технологий способствует снижению затрат, улучшению обслуживания и ускорению перехода на устойчивые источники энергии.

Список литературы

1. Ember. Renewables provided record 30% of global electricity in 2023, Ember says. Reuters. 2024. URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/renewables-provided-record-30->

global-electricity-2023-ember-says-2024-05-07/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 17.11.2024).

2. Гребнева, И. В. Цифровые технологии в энергетике. Киберленинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-energetike-1> (дата обращения: 17.11.2024).

3. Использование цифровых технологий при обосновании энергетических и конструктивных параметров арктической ВЭУ. Цифровизация. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/ispolzovanie-cifrovyh-tehnologiy-pri-obosnovanii-energeticheskikh-i-konstruktivnyh-parametrov-arkticheskoy-veu> (дата обращения: 17.11.2024).

4. Механизмы эффективной цифровой трансформации в энергетике. МЕСГИД. URL: <https://mesgid.ru/energetika-v-tsifrovuyu-epohu-kak-tehnologii-menyayut-mirovoj-rynok-i-sozdayut-novye-vozmozhnosti> (дата обращения: 17.11.2024).

5. Механизмы цифровой трансформации в энергетике. МЕСГИД. URL: <https://mesgid.ru/energeticheskaya-otrasl-na-puti-k-tsifrovomu-budushhemu-vyzovy-tendentsii-i-perspektivu> (дата обращения: 17.11.2024).

6. Нефтегазовый сектор в индустрии 4.0: Переход на возобновляемые источники энергии и итоги цифровизации. Киберленинка. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neftegazovoy-sektor-v-industrii-4-0-perehod-na-vozobnovlyaemye-istochniki-energii-i-itogi-tsifrovizatsii> (дата обращения: 17.11.2024).

ЗАРИПОВ АРТУР РАМИЛЕВИЧ, магистрант

Научный руководитель –

ШЛЕЙМОВИЧ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ, к. т. н., доцент

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г.Казань Россия
artur.zar@icloud.com

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

В статье рассматриваются подходы к прогнозированию потребления энергии в реальном времени с использованием анализа больших данных. Особое внимание уделено методам машинного обучения и временных рядов, которые позволяют точно предсказывать потребление энергии и оптимизировать распределение ресурсов. Приведены примеры успешных внедрений в таких компаниях, как Google, PG&E и SP Group, которые улучшили управление энергопотреблением. В статье подчеркнута важность дальнейших исследований для создания эффективных и устойчивых энергетических систем.

Ключевые слова: анализ больших данных, прогнозирование потребления энергии, машинное обучение, временные ряды, умные сети, энергия в реальном времени.

В наше время идет постоянный рост спроса на электроэнергию, что обусловлено развитием технологий, урбанизацией и увеличением численности населения. Эффективное управление энергопотреблением становится ключевой задачей, особенно в условиях глобальной цели по снижению углеродного следа и переходу к устойчивой энергетике.

Поэтому прогнозирование потребления энергии в реальном времени приобретает особую актуальность. Точные прогнозы позволяют энергетическим компаниям и операторам сетей оптимизировать производство, снизить потери и повысить надежность систем. Однако традиционные методы прогнозирования часто оказываются недостаточно точными из-за множества факторов, влияющих на энергопотребление: от погодных условий до изменчивого поведения потребителей.

Решение этой проблемы открывается благодаря анализу больших данных. Технологии сбора, обработки и анализа огромных объемов данных, в сочетании с современными алгоритмами машинного обучения, предоставляют новые возможности для создания моделей, способных предсказывать потребление энергии с высокой точностью и в реальном времени.

Анализ больших данных в процессе прогнозирования потребления энергии основывается на использовании множества различных технологий, которые позволяют собирать, обрабатывать и интерпретировать большое количество данных из разнообразных источников. Одним из важнейших этапов является сбор данных, которые могут поступать от счетчиков, сенсоров, климатических датчиков и других устройств интернета вещей (IoT). Эти устройства генерируют поток информации в реальном времени, который необходимо эффективно обрабатывать. Важно отметить, что данные могут быть как структурированными (например, показания счетчиков), так и неструктурированными (например, прогнозы погоды или экономическая активность) [1].

После сбора данных ключевым этапом становится их обработка и подготовка к анализу. Что включает в себя очистку данных от ошибок, нормализацию, а также преобразование в пригодный для машинного обучения формат. Используются такие инструменты, как Apache Hadoop и Apache Spark для распределенной обработки больших объемов данных. На этих платформах возможно работать с огромными массивами данных, используя параллельные вычисления и хранение в распределенных системах, что важно для работы с реальными данными в реальном времени [2]. Кроме того, необходимо обеспечить низкую латентность обработки данных, чтобы прогнозы можно было получать почти мгновенно, что становится возможным с помощью подходов в реальном времени, таких как стриминговые системы [3].

Для анализа больших данных в энергетике можно применять такие методы машинного обучения, как регрессионная модель, нейронные сети и алгоритм временных рядов. Самым популярным методом является использование рекуррентных нейронных сетей (RNN) и долгосрочной краткосрочной памяти (LSTM), они эффективны при прогнозировании временных рядов, так как потребление энергии при нестабильности и сезонных колебаний. Данные алгоритмы позволяют адаптировать к изменению в потреблении, а также учитывают множество факторов, которые влияют на потребление энергии в реальном времени.

Примером успешного использования технологий анализа больших данных для прогнозирования потребления энергии можно считать проект компании

Google в области управления энергетическими ресурсами для своих дата-центров. При помощи методов машинного обучения и анализа больших данных, у Google получилось сильно оптимизировать потребление энергии, сократив его на 40%. Во время данного проекта компания постоянно анализировала данные о температуре, влажности и мощности, потребляемой для охлаждения серверов, чтобы предсказать потребности в энергии с высокой точностью и в реальном времени. В результате чего компания смогла достичь экономии и устойчивости своих дата-центров.

Также в пример можно привести проект Pacific Gas and Electric (PG&E) в США, который использовал систему умных счетчиков и анализ больших данных для прогнозирования пиковых нагрузок и оптимизации распределения энергии. Данный проект интегрировал данные о потреблении и погодных условиях с помощью аналитических платформ на базе Hadoop и Spark, что позволило компании заранее определять места с наибольшими нагрузками и предотвращать перегрузки сети. Данный проект позволил снизить количество аварийных ситуаций и позволил улучшить управление энергоснабжением в условиях нестабильности [4].

Также можно выделить пример внедрения технологий прогнозирования потребления энергии в рамках системы smart grid в Сингапуре. Данная компания использовала анализ больших данных для предсказания изменения погодных условий. Благодаря данным о солнечной активности, температуре и влажности, компания смогла значительно повысить эффективность работы своей энергосети, снизив затраты на производство энергии и улучшив качество обслуживания, что также позволило более эффективно использовать возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели, в энергосистему города [5].

В будущем благодаря дальнейшему развитию технологий Интернета вещей (IoT), станет возможным получать данные с еще большего количества устройств, датчиков и счетчиков, что позволит обеспечивать более точные и своевременные прогнозы. Благодаря интеграции с системами искусственного интеллекта и машинного обучения, энергетические компании смогут лучше управлять энергопотоками, минимизируя потери и улучшая устойчивость сетей.

Однако при увеличении объемов данных и сложности моделей прогнозирования возникают и новые проблемы. Главное сложностью будет обеспечение безопасности и конфиденциальности данных. Системы, которые работают с персональными данными потребителей и энергопотреблением в реальном времени, могут стать мишенью для кибератак.

Также еще одной сложностью может стать интеграция различных технологий и платформ, используемых для анализа больших данных. В реальных условиях энергетические компании работают с разнообразными источниками данных, включая старые и новые системы учета, что может осложнять процесс объединения и стандартизации. Для решения этой задачи необходимо создавать гибкие архитектуры, способные интегрировать данные с разных платформ и устройств без потери качества и скорости обработки информации. В будущем

также потребуется больше инвестиций в обучение специалистов, которые смогут эффективно работать с новыми технологиями и обеспечивать их использование на всех этапах — от сбора данных до их анализа и принятия решений.

Анализ больших данных и машинное обучение влияют на процессы прогнозирования потребления энергии в реальном времени. С помощью передовых технологий обработки данных удастся значительно повысить точность прогнозов, улучшить управление энергопотреблением и снизить расходы энергетических компаний. Применение умных счетчиков, сенсоров и других устройств Интернета вещей открывает новые горизонты для сбора данных, в то время как алгоритмы машинного обучения, такие как рекуррентные нейронные сети, позволяют эффективно анализировать временные ряды и предсказывать изменения в потреблении энергии.

Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества, внедрение таких технологий сталкивается с рядом проблем, включая вопросы безопасности и конфиденциальности данных, а также сложности в интеграции различных систем и платформ. Эти вопросы требуют дальнейших разработок в области улучшения защиты данных и обучения специалистов. Однако, с учетом прогресса в области технологий связи, вычислительных мощностей и искусственного интеллекта, будущее прогнозирования энергопотребления обещает быть крайне перспективным.

Таким образом, использование анализа больших данных в энергетике не только способствует повышению эффективности существующих систем, но и является важным шагом к устойчивому и энергоэффективному будущему. Активное внедрение этих технологий может привести к значительным улучшениям в управлении энергосистемами, снижению выбросов углерода и созданию более гибких, адаптируемых к изменениям потребностей пользователей энергетических сетей.

Список литературы

1. M. D. T. P. Nguyen, "Smart grid data analytics: A survey of machine learning and big data techniques," Energy Reports, vol. 5, pp. 93-106, 2019.
2. A. S. Y. Yavuz, "Big data analytics for smart grid: A comprehensive survey," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 81, pp. 2632-2647, 2018.
3. K. P. Ghosh, "Real-time energy consumption prediction using machine learning and streaming data," Journal of Big Data, vol. 8, no. 1, pp. 1-15, 2021.
4. R. Johnson, "Smart Grid and Big Data Analytics: Enhancing Energy Forecasting in PG&E," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 9, no. 5, pp. 4809-4816, 2020.
5. S. Tan, "Big Data and Smart Grid Integration in Singapore's Energy System," Journal of Energy Management, vol. 13, no. 2, pp. 130-137, 2021.

ЗАРИПОВА ДИЛЯРА НИЯЗОВНА, магистрант

Научный руководитель –

ШЛЕЙМОВИЧ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ, к. т. н., доцент

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Казань Россия
dilyara.safina.20@mail.ru

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ УЛУЧШЕНИЕ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ

Статья посвящена изучению применения технологий Интернета вещей (IoT) в энергетическом секторе. Рассматриваются основные аспекты использования IoT для повышения энергоэффективности, оптимизации работы энергетических объектов и интеграции умных систем в городскую инфраструктуру. Особое внимание уделяется роли IoT в мониторинге и управлении ресурсами, включая трансформаторы, генераторы и сетевые устройства. Описаны преимущества внедрения IoT, такие как снижение эксплуатационных затрат, повышение надежности и интеграция возобновляемых источников энергии, а также вызовы, связанные с обеспечением безопасности данных и совместимости оборудования.

Ключевые слова: Интернет вещей, IoT, энергетика, умные сети, энергоэффективность, умные города.

Интернет вещей (IoT) — это концепция, которая объединяет физические устройства с интернет-сетями, позволяя им обмениваться данными и взаимодействовать между собой без участия человека. Данная технология стремительно охватывает различные отрасли, и энергетика не является исключением. Так как каждый день идет роста мирового потребления энергии, изменения климата и необходимости повышения энергоэффективности, IoT становится неотъемлемым инструментом для управления энергетическими ресурсами.

В сфере энергетики IoT позволяет использовать новые возможности и технологии для мониторинга и управления энергопотреблением, чтобы оптимизировать работу ключевых объектов, например, трансформаторы, генераторы и сетевые устройства. Благодаря использованию датчиков, умных счетчиков и систем передачи данных в режиме реального времени, интернет вещей позволяет не только повысить эффективность работы энергетических систем, но и минимизировать риски сбоев, оптимизировать расходы на энергию и улучшить устойчивость инфраструктуры.

Интернет вещей (IoT) представляет собой сеть физически подключенных устройств, которые могут собирать, обмениваться и анализировать данные через интернет. В энергетике IoT применяется для создания "умных" систем, которые позволяют эффективно управлять энергопотреблением и повышать операционную эффективность. Основой таких систем являются датчики и устройства, которые собирают информацию о состоянии энергетических объектов — от трансформаторов и генераторов до распределительных сетей и потребителей энергии. Эти данные передаются через беспроводные или проводные сети на центральные серверы для дальнейшего анализа и принятия решений в реальном времени.

Главными инструментами IoT в сфере энергетики являются датчики и сенсоры, которые стоят на оборудовании для мониторинга различных параметров, температура, давление, напряжение, ток и другие показатели. Благодаря тому,

что эти устройства работают в режиме реального времени, это позволяет мгновенно обнаруживать проблемы и предотвращать аварийные ситуации. Аналитические платформы обрабатывают собранные данные, предоставляя энергетическим компаниям точную информацию о состоянии их инфраструктуры, что способствует улучшению принятия решений и планированию технического обслуживания [1].

Также широко используются системы передачи данных: Wi-Fi, LoRaWAN, Zigbee и другие протоколы беспроводной связи. Они позволяют обеспечить стабильную и безопасную передачу данных от датчиков и устройств на облачные платформы. Облачные платформы с свою очередь играют важнейшую роль в IoT, так как позволяют хранить большие объемы данных и использовать мощные алгоритмы для их обработки и анализа. В результате чего, компании могут предсказать изменения потребления энергии, управлять нагрузкой и оптимизировать распределение ресурсов, что значительно снижает операционные затраты и повышает энергоэффективность.

Также немаловажную роль в развитии IoT в энергетике играет интеграция с системами искусственного интеллекта и машинного обучения. Благодаря этим технологиям появляется возможность строить прогнозы оптимизировать энергопотребление в зависимости от внешних факторов, таких как время суток или сезонные колебания. Получается, что IoT способствует созданию умных сетей, которые могут самостоятельно адаптироваться к изменениям и предсказывать потребности в энергии с высокой точностью [2].

Интегрировав IoT в сферу энергетики можно повысить надежность систем, снизить эксплуатационные затраты и улучшить управления ресурсами. Благодаря интернету вещей компании могут оптимизировать процессы за счет точного мониторинга и анализа данных в режиме реального времени. Например, использование IoT-устройств при мониторинге энергопотребления позволяет энергетическим компаниям эффективно управлять пиковыми нагрузками, снижая затраты и предотвращая сбои в сети [3]. Это особенно важно в условиях растущего спроса на электроэнергию и необходимости интеграции возобновляемых источников энергии.

Еще одним важным преимуществом интернета вещей является способность предсказывать и предотвращать поломки оборудования. При использовании традиционных методов обслуживания, которые чаще всего основаны на фиксированных графиках, может приводить к неожиданным поломкам. IoT меняет эту проблему, позволяя перейти к системе предиктивного обслуживания, когда ремонт осуществляется только при необходимости, на основе данных о состоянии оборудования. Благодаря этому сильно снижаются затраты на обслуживание, а также увеличивается срок эксплуатации оборудования.

При преимуществах IoT в энергетике, также существуют негативные стороны внедрения интернета вещей. Одним из наиболее сложных задач является обеспечение безопасности данных. Так как системы IoT генерируют огромные объемы информации, которые могут быть уязвимы для кибератак. Хакеры могут использовать уязвимости в IoT-устройствах для атаки на энергетическую

инфраструктуру, что может привести к серьезным последствиям. Поэтому необходимы надежные системы кибербезопасности, включая шифрование данных, аутентификацию устройств и регулярные проверки уязвимостей [4].

Также среди негативных сторон можно выделить высокую стоимость первоначального внедрения IoT. Установка датчиков, модернизация оборудования и разработка аналитических платформ требуют больших инвестиций, которые могут быть недоступны для небольших и развивающихся энергетических компаний. Кроме того, существует проблема совместимости устройств: различные производители используют разные стандарты и протоколы, что затрудняет интеграцию IoT-систем в единую инфраструктуру [5].

Но несмотря на все это перспективы IoT в энергетике остаются многообещающими. Постоянное развитие технологий, таких как искусственный интеллект и 5G, способствует снижению затрат на внедрение IoT и увеличению его эффективности. Эти инновации помогут преодолеть существующие препятствия и максимально использовать потенциал IoT для создания более устойчивых и энергоэффективных систем.

Можно сделать вывод, что Интернет вещей (IoT) способен изменить энергетический сектор, предоставляя новые возможности для мониторинга, управления и оптимизации использования ресурсов. Благодаря технологиям IoT возможно создать более устойчивую и энергоэффективную инфраструктуру, поддерживая переход на умные сети, улучшая управление оборудованием и повышая энергоэффективность. Внедрение IoT не только снижает затраты на эксплуатацию, но и позволяет энергетическим компаниям предоставлять более качественные услуги, адаптируясь к потребностям потребителей и интегрируя возобновляемые источники энергии.

Список литературы

1. M. P. G. van der Meer, "IoT in Energy Systems," Journal of Energy Management, 2022.
2. H. Smith et al., "Smart Grid and IoT Applications in Energy," Energy & Environmental Science, 2021.
3. H. Smith et al., "The Role of IoT in Energy Demand Management," Energy Economics, 2022.
4. K. L. Jones et al., "Cybersecurity Challenges for IoT in Energy Systems," Journal of Cyber Security and Mobility, 2023.
5. A. S. Patel, "IoT Adoption Barriers in Developing Markets," Global Energy Review, 2022.

ЗАРИПОВА ДИЛЯРА НИЯЗОВНА, магистрант

Научный руководитель –

ШЛЕЙМОВИЧ МИХАИЛ ПЕТРОВИЧ, к. т. н., доцент

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ, г.Казань Россия
dilyara.safina.20@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭНЕРГОСЕТЕЙ

Статья посвящена изучению применения машинного обучения для оптимизации работы энергосетей. Рассмотрены основные направления использования алгоритмов машинного обучения, включая прогнозирование потребления энергии, мониторинг состояния оборудования, управление распределением ресурсов и интеграцию возобновляемых источников энергии. Освещены преимущества и вызовы внедрения технологий машинного обучения в энергетической отрасли. Приведены конкретные примеры успешных решений и их влияние на повышение эффективности, надежности и устойчивости энергосистем.

Ключевые слова: машинное обучение, энергосети, прогнозирование потребления энергии, мониторинг оборудования, возобновляемые источники энергии, оптимизация распределения энергии.

Энергосети в современном мире сталкиваются с большим количеством проблем, среди которых важным является необходимость в эффективном управлении возрастающих объемов потребления энергии, интеграцию возобновляемых источников энергии, а также обеспечение устойчивой работы сетевой инфраструктуры. Решение этих проблем становится особенно актуальной на фоне глобальных усилий по сокращению углеродных выбросов и переходу к экологичным источникам энергии.

Для обеспечения решения проблем ключевую роль может сыграть оптимизация работы энергосетей. Однако традиционные методы по управлению энергосетями не могут в полной мере справиться с высокой сложностью, динамичностью и объемом данных, которые возникают во время эксплуатации современных сетей. В этом контексте машинное обучение (МО) является одним из наиболее перспективных инструментов для обработки больших данных.

МО позволяет анализировать и изучать огромные массивы данных, которые могут быть получены от датчиков, счетчиков и других источников в реальном времени. Машинное обучение может открыть новые возможности для улучшения прогнозирования потребления энергии, оптимизации распределения ресурсов, повышения устойчивости сетей к внешним воздействиям и улучшения управления возобновляемыми источниками энергии. Внедрение МО в энергосети способствует не только повышению операционной эффективности, но и созданию более интеллектуальных и адаптивных систем, способных автоматически реагировать на изменения условий эксплуатации.

Машинное обучение позволяет оптимизировать энергосети, предоставляя инструменты для анализа больших объемов данных и принятия обоснованных решений. С помощью алгоритмов МО возможно прогнозировать потребление энергии, анализируя исторические данные и учитывая различные факторы, такие как погодные условия и поведение потребителей. Благодаря чему операторы энергосетей могут более точно планировать производство и распределение энергии, снижая риски перегрузок и повышая общую эффективность системы [1].

Более того, методы МО возможно использовать для мониторинга состояния оборудования и предсказания возможных отказов. Анализ данных с датчиков в

реальном времени позволяет выявлять аномалии в работе компонентов энергосети, что способствует своевременному техническому обслуживанию и предотвращению аварийных ситуаций. Таким образом, применение машинного обучения способствует повышению надежности и устойчивости энергосистем, обеспечивая более стабильное и эффективное энергоснабжение [2].

Машинное обучение пользуется широким применением в различных сферах управления энергосетями, что способствует повышению их эффективности и надежности. С помощью МО возможно:

1. Прогнозировать потребление энергии – алгоритмы машинного обучения, такие как нейронные сети и методы регрессии, позволяют точно прогнозировать потребления электроэнергии. Анализ исторических данных, погодных условий и поведенческих факторов позволяет операторам энергосетей оптимизировать производство и распределение энергии, снижая риски перегрузок и повышая общую эффективность системы.

2. Предсказание и предотвращение аварий – МО позволяет мониторить состояния оборудования и предсказывать возможные отказы. Анализ данных с датчиков в реальном времени позволяет выявлять аномалии в работе компонентов энергосети, что способствует своевременному техническому обслуживанию и предотвращению аварийных ситуаций. Это повышает надежность и устойчивость энергосистем, обеспечивая более стабильное энергоснабжение.

3. Оптимизация распределения энергии – с помощью алгоритмов МО можно оптимизировать распределение энергии, учитывая динамику изменений в потреблении и производстве. Это позволит эффективно управлять потоками энергии, минимизировать потери и обеспечить баланс между спросом и предложением. Внедрение таких технологий способствует созданию более гибких и адаптивных энергосетей.

4. Управление возобновляемыми источниками энергии – машинное обучение также возможно использовать для прогноза выработки энергии от возобновляемых источников, таких как солнечные и ветровые электростанции. Учитывая переменчивость природы возможно интегрировать эти источники в энергосеть без нарушения ее стабильности.

Машинное обучение позволяет проводить анализ больших объемов данных, благодаря чему, возможен более точное прогнозирование потребления энергии и оптимизация ее распределения. Это, в свою очередь, повышает эффективность работы энергосетей и снижает эксплуатационные затраты [3].

Кроме того, использование алгоритмов МО для мониторинга состояния оборудования позволяет предсказывать возможные отказы и проводить профилактическое обслуживание, что повышает надежность и устойчивость энергосистем [4].

Однако, кроме преимуществ использования машинного обучения, существуют вопросы, которые необходимо решить. Одним из основных недостатков является необходимость сбора и обработки больших объемов данных, что требует значительных вычислительных ресурсов и может вызывать проблемы с безопасностью и конфиденциальностью информации [5].

Также внедрение машинного обучения требует значительных инвестиций в инфраструктуру и обучение персонала, что может быть затруднительно для некоторых организаций. Кроме того, сложность и непрозрачность некоторых моделей машинного обучения могут вызывать трудности в интерпретации результатов и принятии решений на их основе [6].

Машинное обучение открывает новые возможности для оптимизации работы энергосетей, помогая справляться с их сложностью, динамичностью и возрастающими требованиями. Благодаря этим технологиям становится возможным точное прогнозирование потребления энергии, предотвращение аварий, эффективное управление распределением ресурсов и интеграция возобновляемых источников энергии. Все это способствует повышению устойчивости, надежности и экономической эффективности энергосистем.

Но также внедрение машинного обучения связано с рядом вопросов, включая необходимость в мощных вычислительных ресурсах, решении вопросов безопасности данных, а также разработке доступных и интерпретируемых моделей. Для успешного применения этих технологий важно учитывать эти аспекты и развивать новые подходы к их преодолению.

В будущем можно ожидать, что роль машинного обучения в энергосетях будет только возрастать. Углубление интеграции с другими передовыми технологиями, такими как интернет вещей, блокчейн и 5G, позволит создать полностью интеллектуальные энергосети, способные адаптироваться к постоянно меняющимся условиям. Развитие этих технологий откроет новые горизонты для энергетической отрасли, способствуя решению глобальных задач устойчивого развития.

Список литературы

1. MetЭнерго. Использование искусственного интеллекта для оптимизации работы электроэнергетических систем [Электронный ресурс]. URL: <https://metenergo.com/news/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-optimizaczii-raboty-электроenergeticheskikh-sistem/> (дата обращения: 16.11.2024).
2. AIComb. Искусственный интеллект в энергетике: оптимизация энергопотребления и управление сетями [Электронный ресурс]. URL: <https://aicomb.ru/vvedenie-v-ii/iskusstvennyj-intellekt-v-energetike-optimizatsija-energopotreblenija-i-upravlenie-setjami/> (дата обращения: 16.11.2024).
3. Mesgid. Применение искусственного интеллекта и аналитики данных для оптимизации процессов в энергетической отрасли [Электронный ресурс]. URL: <https://mesgid.ru/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-i-analitiki-dannyh-dlya-optimizatsii-protsessov-v-energeticheskoi-otrasli> (дата обращения: 16.11.2024).
4. Omicron Energy. Искусственный интеллект повышает надежность результатов измерений [Электронный ресурс]. URL: <https://www.omicronenergy.com/ru/novosti/coverstory/iskusstvennyi-intellekt-povyshaet-nadezhnost-rezultatov-izmerenii/> (дата обращения: 16.11.2024).
5. OSP. Искусственный интеллект и энергетика [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osp.ru/os/2022/04/13056604> (дата обращения: 16.11.2024).
6. Arsis. Машинное обучение: возможности и вызовы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arsis.ru/blog/machine-learning> (дата обращения: 16.11.2024).

ЗАСЫПКИНА АЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВНА, бакалавр

ПИТИНОВА ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА, бакалавр

КОМОВ ДАНИЛА ДМИТРИЕВИЧ, бакалавр

Научный руководитель –

КРЮКОВ ИЛЬЯ ВАЛЕРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,

г. Белгород, Россия

aleksa0395@gmail.com

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В связи с ростом стоимости и снижения количества невозобновляемых энергоресурсов, вопрос применения альтернативных источников тепловой энергии особенно актуален. В частности, это имеет большое значение для обеспечения тепловой энергией жилых зданий. В работе проведен анализ применения солнечной энергии в системах отопления и горячего водоснабжения для бытовых потребителей. Проведенный анализ показывает перспективы и экономическую целесообразность использования энергии с солнечными источниками на территории России.

Ключевые слова: энергия, солнечная энергия, невозобновляемые источники энергии, возобновляемые источники энергии, солнечные коллекторы, отопление, горячее водоснабжение.

Россия одна из самых больших по протяженности стран мира, отсюда и разность поясов на всей ее территории, которые делятся на зоны по климатическим условиям. Так, зона с неблагоприятными условиями включает в себя районы Западной Сибири, северный Урал, Хабаровский, Приморский края. Неблагоприятная область считается таковой из-за большого отопительного сезона. Зона с умеренными условиями проживания включает Северо-Западный, Приволжский федеральный округ, а также южная часть Уральского и юго-западная часть Сибирского. К относительно благоприятной зоне для проживания населения относят Центральную, юго-западную часть Приволжского и Южного федерального округа. Определенные климатические зоны относятся к федеральным округам. Так на долю Центрального, Поволжского и Сибирского ФО приходится 62% всей тепловой энергии в стране [1].

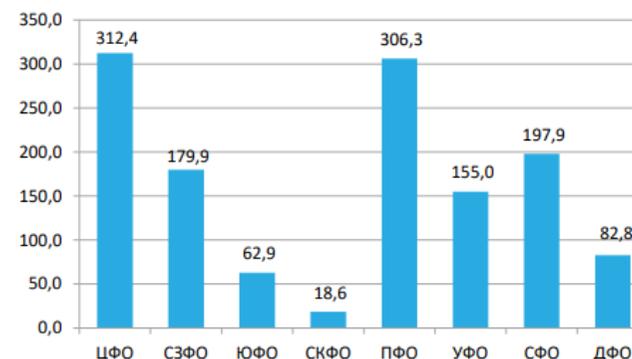


Рис 1. Отпуск тепловой энергии по федеральным округам в 2022 году, млн Гкал

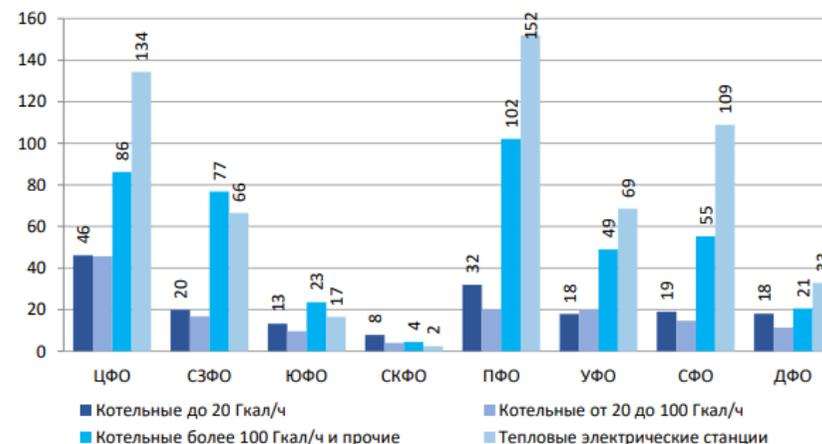


Рис 2. Отпуск тепловой энергии от основных источников тепла в 2022 году, млн Гкал

Существуют такие виды источников энергии, как возобновляемые и невозобновляемые, которые непосредственно влияют на удовлетворение запросов в энергии. Возобновляемые источники – это солнце, морские приливы, гидроэнергия, ветер и иные источники энергии. В целом при использовании человеком, практически не уменьшается. Не возобновляемые источники энергии (уголь, газ, нефть, уран, торф) при переработке теряются безвозвратно. [2].

Из всех известных энергетических ресурсов энергия солнца относится к самой богатой, при этом такой вид энергии может быть использован даже в пасмурную погоду. Известно, что скорость потребления человечеством энергии, в 10000 раз меньше скорости улавливания Землей солнечной энергии. То есть,

среди всех известных возобновляемых источников энергии, солнечное теплоснабжение – самое эффективное в мире направление. С каждым годом интерес к данному направлению только увеличивается. Ведь всего лишь 0,0125% энергии солнца может полностью обеспечить потребности населения всего земного шара в энергоснабжении.

В данной статье [3] рассматривается возможность использования гелиоустановок для добычи возобновляемой энергии. Прежде, чем установить гелиоустановку, осуществляется проектирование гелиоучатка. С целью размещения наибольшего количества солнечных коллекторов на объекте, в проекте указываются размеры кровли здания или земельного участка, на котором требуется их установка. Гелиоустановки являются основным оборудованием солнечных коллекторов. Такие характеристики коллекторов, которые определяют стоимостные и эксплуатационные показатели гелиоустановок, напрямую зависят от солнечной радиации.

Коэффициент полезного действия солнечных коллекторов чрезвычайно высокий и достигает значения 30-50 %. При этом удельный тепловой поток, получаемый в коллекторе, имеет значение от 350 до 580 кВт/м². Среднегодовое количество полезной теплоты на выходе из коллектора (с учетом возможных потерь) составляет 150 - 350 кВт/м².

В следующей статье [4], в качестве объекта теплоснабжения выбран индивидуальный жилой дом, для которого рассчитана система теплоснабжения, тепловые потери через ограждающие конструкции, а также добавочные тепловые потери. Отапливаемая площадь составляет 117,9 м².

В результате расчета определен расход теплоты на отопление дома для обеспечения внутренней температуры 24 °С. Суммарный годовой расход теплоты на отопление составил 88,18 ГДж, на ГВС – 21,05 ГДж.

Автор статьи указывает, что для использования сети теплоснабжения производится выбор вакуумного солнечного коллектора и был осуществлен его расчет. Наружный бак изготовлен из дюралюминия толщиной 1,5 мм. Солнечный коллектор устанавливается в направлении юга под углом 40°, ведь такой угол позволяет добиться максимальной производительности. За год коллектор может выработать 13,46 ГДж теплоты. При эксплуатации двух солнечных коллекторов можно обеспечить достаточное отопление дома на протяжении всего зимнего периода.

Так, из содержания данной статьи, что для большей эффективности использования солнечной энергии для обеспечения системы теплоснабжения, солнечный коллектор необходимо устанавливать под определенным углом и с правильной ориентацией по стороне света. Кроме того, в южных регионах России теплоснабжение с использованием солнечной энергии может быть более эффективным за счет большей продолжительностью светового дня и большого количества солнечных дней в году. Такая солнечная установка эффективна, сможет окупиться через несколько лет и сохранит экологию окружающей среды.

В приведенной статье [5] также рассматривается случай установки солнечного коллектора для оснащения теплоснабжения частного дома. Коллектор устанавливается на крыше дома, имеет свой контур, наполненный антифризом или водой. В контур включается насос для поддержания циркуляции теплоносителя. Бак с аккумулятором может располагаться в разных местах, рядом с коллектором или внутри помещения. В случае нехватки солнечной энергии температура воды поддерживает специальное электрическое нагревательное оборудование. По мнению автора статьи такое решение позволяет повысить эффективность солнечной установки, поскольку КПД солнечного коллектора снижается с ростом температуры теплоносителя.

Анализируя данную статью, также можно сказать, что использование солнечного коллектора для отопления жилого здания эффективно за счет высокого КПД, то есть, максимального сбора энергии с ограниченной площади и передачи полученной энергии с минимальными потерями. Для достижения более высокого коэффициента полезного действия следует учитывать какой тип солнечного коллектора необходимо установить в конкретном здании. Непосредственно место установки солнечного коллектора на объекте также имеет немаловажное значение для большей эффективности работы коллектора.

В представленной работе [6] выявлено, что для нужд отопления многоквартирного жилого дома используются вакуумные трубчатые коллекторы. По сравнению с плоскими коллекторами у вакуумных для поглощения к общей площади меньше и составляет 60-80%. Поэтому основываясь на назначениях эффективны площади на квадратный метр, автор статьи делает вывод о том, что вакуумные коллекторы являются более востребованными. Подбор типа солнечных установок определяется с учетом климатических условий. В целом, плоские коллекторы будут менее актуальны в умеренных широтах и широтах с более холодным климатом, так как будут нести большие потери. При этом слой вакуума в трубчатом коллекторе поможет сохранить полученную тепловую энергию в большем объеме. Теплопередача от тепловых трубок позволяет установке работать в более широком диапазоне погодных условий, что делает ее более практичной. Такой коллектор не только обеспечит отопление и горячее водоснабжение здания, но сможет поддерживать высокую температуру в помещении, а также работать как в облачную погоду, так и в зимних условиях.

Исходя из описанного автором статьи случая установки вакуумного коллектора, понятно, что такие коллекторы могут успешно эксплуатироваться при различных погодных условиях, и обеспечивать здание достаточной тепловой энергией при минимальном поглощении солнечных ресурсов, с выработкой высокого процента энергии от минимальной площади.

Растущая стоимость таких невозобновляемых источников, повышает интерес к возобновляемым источникам энергии. Эксплуатация возобновляемых источников энергии является одним из способов снижения затрат топлива. Все чаще стали использоваться нетрадиционные источники энергии, которые ранее либо совсем не использовались, либо использовались в очень ограниченных масштабах. К возобновляемым источникам принадлежит и солнечная энергия. Сол-

нечные коллекторы, работающие с использованием солнечной энергии, применяются в летний период для нагрева воды, а в зимний период для отопления помещений с дополнительным использованием жидкого и твердого топлива или электрического обогрева. Из указанных работ [7,8] можем выявить такие положительные качества солнечной установки, как: неиссякаемый источник энергии, достаточно долгий срок службы гелиосистем, отсутствие вредного воздействия на окружающую среду. Но, также присутствуют и следующие недостатки: на полноценность работы солнечной установки могут повлиять неблагоприятные климатические условия, кроме того, могут возникнуть проблемы при монтаже солнечной установки на крыше здания, требуются большие финансовые вложения на начальной стадии эксплуатации, имеется малая эффективность работы солнечной установки в ночное время.

В настоящее время в России функционирует уравновешенная система энергетики, в которой основную роль играют тепловая и атомная энергетика. Процент использования солнечной энергии в общем объеме энергии на данный момент составляет примерно 1%. На сегодняшний день солнечная энергия способствует увеличению гибкости энергетической системы, тем самым покрывая местные пики потребления. В связи с чем, на 29-й Конференции ООН по вопросам изменения климата представитель российской делегации заявил, что Правительство России способствует развитию и оказывает поддержку инициативам в области возобновляемой энергетике, тем самым принимая меры по противодействию изменению климата. Таким образом, увеличение использования солнечной энергетике, как составляющей части возобновляемой энергетике России, сегодня очень актуально. Этот процесс приведет к снижению антропогенных выбросов в атмосферу и будет способствовать улучшению климата на нашей планете, что является одной из основных целей в развитии всей энергосистемы нашей страны.

Список литературы

1. Отчет Министерства энергетики РФ «О состоянии теплоэнергетики и централизованного теплоснабжения в Российской Федерации в 2021 году»: официальный сайт, Москва. Обновляется в течение суток. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/24393>
2. Нариманов Б. А., Арзикулов Ф. Ф. У. Возобновляемые источники энергии, вопросы устойчивости и смягчения последствий изменения климата //Universum: технические науки. – 2020. – №. 10-3 (79). – С. 66-70.
3. Поляков В. А., Бегдай С. Н. Солнечный коллектор в системах энергосбережения //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2017. – №. 5. – С. 151-154.
4. Якупова И. Д. СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА //ББК 72 С 568 Редакционная коллегия. – 2023. – С. 171.
5. Батраков А. В., Ртищева А. С. Применение солнечных коллекторов для отопления частных домов //Энерго-и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. — Екатеринбург, 2013. – 2013. – С. 340-342.
6. Велькин В. И., Данилов В. Ю. Опыт использования вакуумных солнечных коллекторов для многоэтажного дома в мегаполисе //Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – №. 11. – С. 24-27.

7. Гараева В. Р. ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА //Актуальные вопросы фундаментальных и прикладных научных исследований. – 2023. – С. 7-10.
8. Хасанова М. Применение солнечных коллекторов в Узбекистане //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 8. – С. 952-957.

УДК 004.056

ЗУЕВ ЕГОР АЛЕКСЕЕВИЧ, магистрант
СВИНУХОВ ПАВЕЛ МИХАЙЛОВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: ez@e-zuev.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Целью данного исследования является анализ применения искусственного интеллекта для повышения уровня информационной безопасности в энергетическом секторе. В статье рассмотрены уязвимости безопасности SCADA-систем, используемых в электроэнергетике, а также основные угрозы, с которыми сталкиваются эти системы, такие как атаки на удаленное управление, уязвимости в каналах связи и внедрение вредоносного ПО и представлены решения по обеспечению безопасности.

Ключевые слова: кибербезопасность, SCADA, электроэнергетика, машинное обучение, искусственный интеллект.

Использование современных технологий искусственного интеллекта (ИИ), таких как машинное обучение и глубокое обучение, открывает новые горизонты в решении актуальных задач, связанных с выявлением и предотвращением киберугроз в энергетической отрасли [1]. Уязвимость информационной инфраструктуры критически важных систем, в частности сетей передачи и распределения электроэнергии, обусловила необходимость разработки инновационных методов защиты, способных противостоять современным угрозам [2]. Электроэнергетические системы, включающие в себя автоматизированные системы управления (АСУ), систему диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) и систему управления распределением (DMS), играют ключевую роль в обеспечении стабильного электроснабжения [4]. Однако высокая степень автоматизации и цифровизации этих систем делает их особенно уязвимыми для кибератак.

ИИ способен значительно повысить уровень защиты SCADA и DMS-систем, анализируя огромные объемы данных и выявляя скрытые паттерны, указывающие на аномальные или подозрительные действия. Данные системы характеризуются высокой плотностью информационных потоков, и традиционные методы мониторинга не всегда справляются с обработкой таких объемов данных [5]. Алгоритмы ИИ обучаются на основе анализа логов, сетевого трафика и пара-

метров работы оборудования, определяя нормальные состояния системы и регистрируя любые отклонения как потенциальные инциденты [6].

Одним из ключевых направлений использования ИИ является мониторинг сетевого трафика и выявление аномалий. Для этих целей применяются алгоритмы кластеризации и классификации, такие как метод опорных векторов (SVM), случайные леса и нейронные сети. Эти алгоритмы эффективно обрабатывают большие данные и проводят автоматическую классификацию. Например, алгоритмы машинного обучения успешно распознают DDoS-атаки, перехваты пакетов и другие угрозы, характерные для SCADA и DMS. Использование ИИ для предсказания и предотвращения инцидентов обеспечивает высокую скорость и точность реагирования, что особенно актуально для энергетической инфраструктуры [5].

Глубокое обучение, в частности нейронные сети с большим числом слоев, предоставляет новые возможности для анализа сложных и многомерных данных, характерных для энергетических систем. Такие алгоритмы способны обнаруживать сложные зависимости и паттерны, не видимые при использовании традиционных методов. Сверточные нейронные сети (CNN) могут применяться для анализа временных рядов и сигналов, позволяя выявлять аномалии в работе оборудования.

Обучение без учителя, включая методы кластеризации и понижения размерности данных, позволяет обнаруживать неизвестные ранее паттерны и группировки в данных. Это особенно полезно для выявления новых типов кибератак, которые еще не были классифицированы и не имеют меток в обучающей выборке. Алгоритмы, такие как метод главных компонент (PCA) и алгоритм t-SNE, помогают визуализировать многомерные данные и выявлять аномальные точки.

Усиленное обучение (Reinforcement Learning) предоставляет возможность системам ИИ обучаться на основе взаимодействия с окружением, оптимизируя свои действия для достижения определенной цели. В контексте кибербезопасности это может быть использовано для автоматического принятия решений о блокировке трафика, изменении маршрутизации или активации защитных механизмов в ответ на обнаруженные угрозы.

Применение генеративных моделей, таких как генеративные состязательные сети (GAN), позволяет симулировать возможные сценарии кибератак. Это помогает в обучении защитных алгоритмов ИИ, предоставляя им широкий спектр потенциальных угроз для обучения и более эффективного распознавания и реагирования в реальных условиях.

ИИ также актуален в области анализа поведения пользователей. Алгоритмы поведенческого анализа помогают выявлять нетипичные действия операторов и сотрудников, имеющих доступ к критически важным данным. Эти алгоритмы позволяют обнаруживать случаи компрометации учетных записей и несанкционированного доступа, минимизируя риски инсайдерских угроз. Таким образом, ИИ используется для реализации многоуровневого подхода к обеспечению безопасности, интегрируя технические и организационные меры.

Однако использование ИИ в критически важных инфраструктурах, таких как энергетика, требует особого подхода. Необходимость соблюдения требований надежности и безопасности накладывает ограничения на внедрение ИИ, поскольку алгоритмы должны быть адаптированы к специфике эксплуатации энергетических объектов. Это включает в себя необходимость строгого тестирования алгоритмов перед внедрением и постоянного обновления моделей для повышения их устойчивости к новым угрозам.

Важной задачей является интеграция систем ИИ с существующими платформами управления SCADA и DMS. Это требует разработки унифицированных стандартов и протоколов обмена данными, обеспечивающих совместимость с различными производителями оборудования и программного обеспечения. Соблюдение международных стандартов в области кибербезопасности и защиты данных становится ключевым фактором в успешной интеграции ИИ-систем [7].

Применение технологий больших данных и потоковой аналитики позволяет ИИ-алгоритмам обрабатывать информацию с минимальной задержкой, обеспечивая своевременное обнаружение и реагирование на киберугрозы. Энергетические системы генерируют огромные объемы данных в реальном времени, и использование инструментов, таких как Apache Kafka и Apache Spark Streaming, может быть интегрировано с ИИ-моделями для эффективного управления данными.

Правовые и этические аспекты использования ИИ в критически важных системах также требуют внимания. Применение ИИ поднимает вопросы ответственности, прозрачности и объяснимости решений, принимаемых алгоритмами. Важным аспектом является обеспечение того, чтобы ИИ-системы действовали в соответствии с законодательством и нормативными актами, а разработка политики в области ИИ и кибербезопасности становится важной задачей для регуляторов и организаций.

Внедрение ИИ-технологий требует повышения квалификации существующего персонала и привлечения специалистов в области ИИ и кибербезопасности. Обучение сотрудников работе с новыми системами, понимание принципов их функционирования и потенциальных рисков является ключевым фактором успешного внедрения и эксплуатации ИИ-решений.

Создание специализированных центров мониторинга и реагирования становится актуальным для эффективного управления кибербезопасностью энергетических систем с использованием ИИ. Такие центры объединяют экспертов в области ИИ, кибербезопасности и энергетики, обеспечивая круглосуточный мониторинг, анализ и реагирование на инциденты, а также исследовательскую и инновационную деятельность [8].

Международное сотрудничество и обмен опытом играют важную роль, поскольку киберугрозы в энергетическом секторе имеют глобальный характер. Совместные исследования и разработка международных стандартов могут повысить общий уровень безопасности и устойчивости энергетических систем [9].

Кроме того, ИИ может использоваться для прогнозирования технических отказов оборудования на основе анализа данных о его работе. Предиктивное обслуживание позволяет предотвратить аварийные ситуации и повысить общую надежность энергетической системы. Алгоритмы машинного обучения анализируют параметры работы оборудования, выявляя признаки износа или неpravильного функционирования.

ИИ-системы могут интегрировать данные из различных источников, включая датчики, камеры наблюдения, метеорологические данные и другие, для создания полной картины состояния энергетической системы. Это повышает ситуационную осведомленность операторов и позволяет принимать более обоснованные решения в условиях повышенной сложности или при возникновении чрезвычайных ситуаций [10].

Необходимо учитывать, что сами ИИ-системы могут стать целью атак, направленных на искажение их работы или обучение на неправильных данных (атаки с отравлением данных). Поэтому важно разрабатывать алгоритмы, устойчивые к таким воздействиям, и внедрять механизмы защиты и верификации моделей ИИ.

Внедрение ИИ-технологий требует значительных инвестиций, и анализ экономической эффективности, включая оценку окупаемости и потенциальной экономии средств за счет предотвращения инцидентов, является важной частью процесса принятия решений о внедрении ИИ в кибербезопасность энергетических систем.

Преимуществом ИИ является его способность адаптироваться и совершенствоваться в процессе эксплуатации, что позволяет обеспечивать защиту от новых типов атак. Автоматизация процессов обнаружения и реагирования на кибератаки значительно сокращает временные затраты на управление инцидентами, позволяя операторам сосредоточиться на управлении критически важными задачами, не отвлекаясь на анализ угроз.

Развитие технологий ИИ и их адаптация к нуждам электроэнергетического сектора становятся необходимыми условиями для обеспечения безопасности и стабильности электроснабжения. Технологии ИИ постоянно развиваются, и новые подходы, такие как квантовое машинное обучение или объединение ИИ с блокчейн-технологиями, могут открыть дополнительные возможности для повышения кибербезопасности.

Таким образом, интеграция ИИ способствует повышению уровня информационной безопасности в энергетике, минимизируя потенциальные риски, связанные с кибератаками. Усиление кибербезопасности энергетических систем с помощью ИИ является многогранной задачей, требующей комплексного подхода. Необходимо учитывать технические, организационные, правовые и экономические аспекты, а также постоянно адаптироваться к меняющемуся ландшафту угроз. Интеграция ИИ предоставляет уникальные возможности для повышения устойчивости и надежности критически важных инфраструктур, обеспечивая стабильность и безопасность электроснабжения для общества.

Список литературы

1. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.

2. Реализация системы обнаружения вторжений с использованием нейронной сети / Е. А. Кулешова, А. Л. Марухленко, М. О. Таныгин [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – № 3(63). – С. 54-63. – DOI 10.54398/20741707_2023_3_54.

3. Долгов В.П. Анализ уязвимостей и методов защиты SCADA-систем в электроэнергетике / В.П. Долгов, С.Б. Черняк // Вестник информационной безопасности в энергетике. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 11-18.

4. Салтыков А.Н. Использование искусственного интеллекта для защиты энергоинфраструктуры: задачи и перспективы / А.Н. Салтыков, И.П. Беляев // Энергетическая безопасность и управление. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 45-53.

5. Корягин А.А. Современные подходы к обеспечению кибербезопасности в энергетике: применение машинного обучения / А.А. Корягин, Ю.Л. Морозов // Журнал системного анализа и информационной безопасности. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 78-85.

6. Киселев, А. В. Информационные технологии в управлении / А. В. Киселев, А. О. Спицына, Ю. А. Халин. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 107 с. – ISBN 978-5-907857-83-4.

7. Чурилов С.И. Внедрение стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799 в российскую практику обеспечения кибербезопасности энергосистем / С.И. Чурилов // Информационные технологии и безопасность. – 2023. – Т. 12, № 3. – С. 99-106.

8. Ершов И.С. Алгоритмы машинного обучения для выявления угроз в электроэнергетике / И.С. Ершов, Д.П. Белов // Современные проблемы автоматизации и управления. – 2023. – Т. 10, № 5. – С. 33-41.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

10. Системы искусственного интеллекта / В. П. Добрица, Е. А. Титенко, Ю. А. Халин, А. В. Киселев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 143 с.

ИСМЕНДЕЕВ ДАНИЛ СЕРГЕЕВИЧ, курсант
МАЛЕНКОВА ЛЮБОВЬ АНАТОЛЬЕВНА, к.э.н., доцент
Академия ФСИН России, г. Рязань, Россия
ismendeev55@mail.ru, mla11@mail.ru

ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕРОК БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ОПЛАТУ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УИС

В статье рассматривается порядок организации проверок бюджетных средств, используемых на оплату топливно-энергетических ресурсов (далее –

ТЭР) в производственной деятельности учреждений уголовно-исполнительная системы (далее – УИС). Акцентировано внимание на основных моментах контрольных мероприятий, включая методы мониторинга расходования бюджетных средств. Проанализированы основные проблемы, с которыми сталкиваются органы контроля и предложения по их решению для повышения рациональности использования финансовых ресурсов. Результаты исследования могут быть полезны для специалистов в области финансового контроля и управления бюджетом и для оптимизации процессов расходования бюджетных средств.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, уголовно-исполнительная система, бюджетные средства, производственная деятельность, эффективность расходования.

Организация проверок бюджетных средств, выделенных на оплату топливно-энергетических ресурсов в учреждениях УИС, включает в себя комплекс мероприятий, направленных на контроль и мониторинг расходования финансирования, требующий особого внимания к методам, применяемым для анализа. Основные методы, используемые в процессе проверки, предполагают всесторонний анализ документальных подтверждений, расчетов и отчетов, связанных с использованием энергоресурсов, способствующие пониманию уровня рациональности их применения. Важным аспектом проверки является действенность сбора информации о расходах, позволяющая выявить нецелевое использование бюджетных средств или иные нарушения в финансовой деятельности учреждений [3].

Проблематика, с которой сталкиваются органы контроля в процессе проверок, включает недостаточность документов и отсутствие грамотных стандартов для оценки целесообразности расходов, затрудняющее выполнение задач по анализу распределения ресурсов и их оптимизации [4].

Анализ практики контроль действий показывает, что в настоящее время отсутствуют четкие механизмы, способные оперативно решать выявляемые проблемы, что осложняет процесс контроля [2]. Внедрение современных технологий, таких как автоматизированные системы учета и анализа данных, могло бы значительно повысить прозрачность процесса контролирования, уменьшая вероятность ошибок. При этом усовершенствование методик контроля включает как технические аспекты так и профессиональные оценки работы сотрудников, отвечающих за финансовую дисциплину.

Применение системы показателей для оценки расходования бюджетных средств, лишая возможности субъективного анализа, позволяет сформировать действенный анализ и способствует рациональному распределению бюджетных средств на ТЭР, что содействует улучшению финансового состояния учреждений УИС и оптимизации бюджетных затрат, создавая условия для стабильного финансового положения [1].

Алгоритм контроля расходов на оплату ТЭР в УИС направлен на обеспечение экономичного использования энергетических ресурсов при сохранении необходимого уровня комфорта и безопасности.

Данный алгоритм представляет собой комплекс мероприятий, которые на наш взгляд позволяют осуществлять качественное планирование, контроль и анализ расходов на оплату ТЭР в учреждениях и органах УИС, так как алгоритм включает в себя:

- 1) планирование и контроль расходов:
 - анализ потребностей и разработка плана расходов;
 - сбор и анализ фактических расходов, выявление отклонений и разработка мер по их устранению;
- 2) анализ эффективности использования ресурсов:
 - оценка факторов, влияющих на стоимость ТЭР,
 - проверка обоснованности цен и качества услуг;
- 3) проверка целевого использования средств:
 - контроль соответствия расходов плану и целям;
 - наличия необходимых документов и разрешений;
- 4) формирование отчетности о потреблении ТЭР:
 - подготовка отчетов о результатах проверок;
 - предоставление информации о расходовании бюджетных средств;
- 5) рекомендации по оптимизации расходов:
 - обсуждение вопросов ценообразования и качества услуг;
 - использование предпочтений УИС по применению специальных тарифов;
 - поиск альтернативных поставщиков и внедрение энергосберегающих технологий;
- 6) контроль за выполнением рекомендаций:
 - оценка результатов реализации рекомендаций и внесение корректировок в план расходов.

Контрольные мероприятия, проводимые в учреждениях УИС, требуют комплексного и системного подхода, что подразумевает улучшение взаимодействия между различными уровнями власти и развитие информационных технологий в процессе контроля, акцентируя внимание на повышение прозрачности использования бюджетных средств. Устранение выявленных недостатков в финансовой деятельности позволяет создать устойчивую систему управления финансами в учреждениях УИС. Процесс оптимизации контроля выступает важным элементом в достижении стабильности и рациональности расходования бюджетных средств.

Список литературы

1. Молчанова Т.С. Организация контроля за расходами на топливно-энергетические ресурсы // Учет, анализ и аудит. – 2020. – № 4. – С. 12-20.
2. Нестерова И.Ю. Проблемы применения бюджетного контроля в условиях современной экономики // Бухгалтерский учет. – 2021. – № 7. – С. 44-50.

3. Егорова Н.С. Актуальные проблемы бюджетного контроля // Журнал финансового контроля. – 2020. – № 2. – С. 30-37.

4. Громова Е.Ю. Применение современных подходов к контролю бюджетных расходов // Вопросы экономики. – 2022. – № 3. – С. 70-75.

УДК 004.056

КАНУННИКОВ ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ, магистрант
ЗОЛОТУХИНА ОЛЬГА ОЛЕГОВНА, магистрант
МИТРОФАНОВ АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, преподаватель
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: ib-swsu@yandex.ru

УЯЗВИМОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Целью исследования является изучение уязвимостей безопасности систем критической информационной инфраструктура и соответствующая классификация угроз. В статье рассмотрены уязвимости систем управления технологическими процессами и представлены решения по обеспечению безопасности.

Ключевые слова: критической информационной инфраструктура, кибербезопасность, кибератака, методы защиты, управление и обработка данных.

В современном мире информация стала одним из ключевых факторов развития экономики и общества. Однако вместе с ростом значимости информации возрастает и угроза её утечки, потери или искажения [1]. В связи с этим проблема информационной безопасности становится всё более актуальной.

Электроэнергетика — одна из наиболее важных отраслей экономики, от которой зависит стабильность работы всех остальных сфер [2]. В этой статье мы рассмотрим особенности информационной безопасности в электроэнергетике, а также основные угрозы и методы защиты.

Цель статьи — изучить основные аспекты информационной безопасности в электроэнергетическом секторе, проанализировать существующие угрозы и предложить меры по их предотвращению и минимизации последствий.

Основные угрозы информационной безопасности в электроэнергетике включают устаревшее программное обеспечение, отсутствие безопасного удалённого доступа, нерегулярный контроль конфигураций и программного обеспечения, недостаточное разграничение прав доступа, отсутствие решений по контролю запуска приложений и средств регистрации событий информационной безопасности [3].

Эти факторы делают энергетическую отрасль привлекательной целью для кибератак, включая атаки DDoS и эксплуатацию уязвимостей. Основные угрозы информационной безопасности в электроэнергетике включают [4]:

1. Атаки на управляющие системы: злоумышленники пытаются изменить параметры функционирования или отключить оборудование, что нарушает работу сетей.

2. Фишинг-атаки и психологические манипуляции с помощью социальной инженерии: атаки с использованием текстовых сообщений и телефонных звонков для получения конфиденциальной информации или учётных данных.

3. Отказ в обслуживании (DDoS): атаки на серверы и управляющие подсистемы, вызывающие простой в работе электросетей.

4. Вредоносное программное обеспечение: вирусные программы заражают компьютеры и управляющие системы, приводя к потере контроля над оборудованием.

5. Уязвимости в интернете вещей (IoT): подключённые к интернету устройства и датчики в энергетических подсистемах становятся уязвимыми к кибератакам без достаточной IT-защиты.

6. Внутренние угрозы со стороны сотрудников или подрядчиков компаний энергетического сектора.

Для обеспечения кибербезопасности в электроэнергетике необходимо принимать защитные меры, такие как своевременное обновление программного обеспечения, обучение сотрудников основам информационной безопасности, постоянный мониторинг активности в сети и внедрение многоуровневых защитных IT-технологий.

Меры по обеспечению информационной безопасности в электроэнергетике включают [5]:

1. Защита технологических участков генерации электроэнергии и доставки конечным пользователям (АСУ ТП).

2. Обеспечение безопасности корпоративных ресурсов (информационная инфраструктура, веб-ресурсы).

3. Защита конечных устройств.

4. Защита чувствительной информации и персональных данных.

5. Соответствие требованиям регуляторов.

6. Предотвращение утечек информации.

7. Выявление внутренних злоупотреблений и нелояльных сотрудников.

Для реализации этих мер необходимо:

1. Регулярно обновлять операционные системы и использовать различные средства защиты информации.

2. Постоянно отслеживать риски с помощью источника информации о киберугрозах.

3. Проводить эффективное обучение сотрудников по вопросам кибербезопасности.

4. Устанавливать современные средства защиты информации и поддерживать проактивную безопасность.

5. Обеспечивать видимость своей и сторонней ИТ-инфраструктуры.

6. Поддерживать строгую культуру осведомлённости о рисках информационной безопасности.

Разберем несколько конкретных примеров. Роль информационной безопасности в атомной промышленности имеет огромное значение, так как компьютеры и информационные системы играют ключевую роль в управлении и безопасной эксплуатации ядерных установок.

Компьютерная и информационная безопасность обеспечивают защиту цифровых данных, систем и сетей от злонамеренных действий [6], которые могут привести к ущербу для ядерных установок, утрате информации о физической ядерной безопасности и хищению ядерного или радиоактивного материала.

МАГАТЭ предоставляет экспертные ресурсы, руководящие материалы и обучение для помощи государствам в разработке надёжных программ компьютерной и информационной безопасности. Агентство проводит консультативные миссии, готовит инспекторов и предоставляет экспертные ресурсы для планирования учебных мероприятий по компьютерной безопасности в рамках программы по физической ядерной безопасности.

Таким образом, информационная безопасность играет важную роль в обеспечении безопасности атомной промышленности, защищая компьютерные системы и данные от злонамеренных действий, что способствует поддержанию надёжной работы ядерных установок и обеспечению физической ядерной безопасности.

Информационная безопасность в газовой промышленности играет ключевую роль, поскольку отрасль имеет решающее значение для национальной и глобальной экономики. Цифровизация отрасли приводит к росту угроз кибербезопасности, и технологические риски здесь гораздо масштабнее, чем в других сферах деятельности [7].

Одним из приоритетов деятельности компании «Системы Нефть и Газ» является обеспечение защищённости и бесперебойного функционирования информационной инфраструктуры. Объектами защиты являются технологические и производственные процессы, связанные с использованием АСУ ТП, систем обработки информации, включая SCADA, промышленные и измерительные контроллеры, а также системы противоаварийной защиты.

Для обеспечения информационной безопасности компания рекомендует следующие мероприятия [8]:

- использование программно-аппаратных комплексов, соответствующих требованиям постановления Правительства РФ от 2 февраля 2012 г. № 79 на деятельность по технической защите конфиденциальной информации;
- проведение аудита разграничения доступа к компонентам АСУ ТП в промышленной сети предприятия и на её границах;
- внедрение специализированных решений для защиты конечных устройств на серверах и рабочих станциях от случайных кибератак;
- использование решений для мониторинга, анализа и обнаружения угроз для лучшей защиты от целевых кибератак;

- проведение обучения сотрудников, а также партнёров и поставщиков, имеющих доступ к сети компании.

Выпускаемое компанией «Системы Нефть и Газ» программное обеспечение и измерительно-вычислительные контроллеры обеспечивают высокий уровень защиты при осуществлении товарно-транспортных операций. Комплексный подход компании обеспечивает надёжную защиту всех компонентов производственной среды — от рабочих мест до процессов и технологий [9].

В заключение хочется добавить. В современном мире информационная безопасность становится всё более актуальной проблемой для электроэнергетической промышленности. Развитие информационных технологий и цифровизация отрасли приводят к появлению новых угроз и вызовов, связанных с защитой информации и систем управления.

Основные проблемы информационной безопасности в электроэнергетике связаны с устаревшим программным обеспечением, отсутствием безопасного удалённого доступа, нерегулярным контролем конфигураций и программного обеспечения, а также недостаточным разграничением прав доступа. Это делает отрасль привлекательной целью для кибератак со стороны государств и киберпреступников.

Задачи информационной безопасности в электроэнергетике включают защиту технологических участков генерации электроэнергии и доставки конечным пользователям, обеспечение безопасности корпоративных ресурсов, защиту конечных устройств, чувствительной информации и персональных данных, соответствие требованиям регуляторов, предотвращение утечек информации и выявление внутренних злоупотреблений и нелояльных сотрудников [10].

Для обеспечения эффективной системы защиты необходимо понимать, какие векторы атак наиболее часто влияют на отрасль, регулярно обновлять инфраструктуру и программное обеспечение, отслеживать риски с помощью источников информации о киберугрозах, обучать сотрудников основам кибербезопасности и применять различные средства защиты информации.

Таким образом, информационная безопасность является ключевым аспектом успешной работы электроэнергетической промышленности. Только комплексный подход к защите информации и систем управления позволит обеспечить стабильность и надёжность функционирования отрасли, а также предотвратить возможные негативные последствия кибератак.

Список литературы

1. Киселев, А. В. Информационные технологии в управлении / А. В. Киселев, А. О. Спицына, Ю. А. Халин. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 107 с. – ISBN 978-5-907857-83-4.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".
3. Алексанян, И. Э. К вопросу проблем информационной безопасности в условиях цифровой энергетики / И. Э. Алексанян, В. А. Дорман, В. А. Бородулин // АКТУАЛЬНЫЕ вопросы

ТЕОРИИ и практики РАЗВИТИЯ научных исследований : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа: ООО "ОМЕГА САЙНС", 2019. – С. 10-12.

4. Цапий, В. С. Информационная безопасность в энергетике / В. С. Цапий // Студенческий. – 2021. – № 20-2(148). – С. 19-23.

5. Ericsson G.N. Management of information security for an electric power utility – On security domains and use of ISO/IEC17799 standard / G. N. Ericsson, A. Torkilseng // IEEE Transaction on Power Delivery. – 2005. – Vol. 20 – No. 2 – P.683-690.

6. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

7. Локнов, А. И. Особенности реализации угроз безопасности информации на значимом объекте критической информационной инфраструктуры и меры по его защите / А. И. Локнов, Е. А. Симакова // Региональная информатика и информационная безопасность : Сборник трудов Санкт-Петербургской международной конференции, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления, 2023. – С. 185-188.

8. Стандарт построения эффективной системы безопасности ISO 17799 : сайт. – URL:<https://standards.narod.ru/gosts/iso/iso-17799.htm> (дата обращения 07.10.2024). – Текст: электронный.

9. Ten C.-W. Cybersecurity for electric power control and automation systems / C.-W. Ten, C.-C. Liu, M. Govindarasu // IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. – 2007. – P. 29-34.

10. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.

УДК 004.056

КАНУНИКОВ ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ, магистрант
ДРАЧЕВ ЯРОСЛАВ ВАЛЕРЬЕВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: ib-swsu@yandex.ru

SIEM В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКОЙ ОТРАСЛИ

Целью исследования является изучение SIEM в информационной безопасности систем критической информационной инфраструктуры. В статье рассмотрены уязвимости систем управления технологическими процессами и представлены решения по обеспечению безопасности с помощью SIEM.

Ключевые слова: критической информационной инфраструктура, кибербезопасность, SIEM, DLP.

В современном мире, где информация играет ключевую роль, обеспечение информационной безопасности становится одной из главных задач для органи-

заций различных сфер деятельности [1]. Электроэнергетика не является исключением. В этой отрасли SIEM (Security Information and Event Management) является ключевым элементом для обеспечения безопасности информационных систем и сетей [2].

В данной статье рассмотрены особенности использования SIEM в электроэнергетике, его функции и преимущества для повышения уровня информационной безопасности.

SIEM (Security Information and Event Management) — это класс программных продуктов, предназначенных для сбора и анализа информации о событиях безопасности. SIEM объединяет два класса решений: SEM (Security Event Management) и SIM (Security Information Management) [3].

SIEM-системы выполняют две основные задачи:

1. В режиме реального времени отслеживают сигналы тревоги, поступающие от сетевых устройств и приложений.

2. Обработывают полученные данные и находят взаимосвязи между ними.

Кроме того, SIEM-системы выявляют отклонения от нормального поведения контролируемых систем, оповещают операторов об обнаруженных инцидентах и собирают данные о событиях безопасности четырьмя способами: с помощью специальных приложений, напрямую из файлов с логами, напрямую с сетевых устройств или с использованием протоколов потоковой передачи данных.

SIEM-решения помогают ИБ-специалистам выявлять кибератаки и нарушения политик безопасности на ранних стадиях, минимизировать ущерб от них, оценивать защищенность информационных систем и актуальные для предприятия риски. Полученные от SIEM-систем данные используются при расследовании инцидентов и для формирования отчетности.

Функции SIEM в информационной безопасности электроэнергетики включают сбор, хранение, управление данными, анализ и выявление угроз, корреляцию и анализ событий, фиксацию инцидентов и оповещение, аудит и отчетность.

Сбор данных осуществляется из различных источников в компьютерной сети, включая данные от клиентов, сетевых устройств, систем управления безопасностью [4]. Хранение и управление данными структурируют хранящиеся данные, что позволяет эффективно управлять большим объемом информации и поддерживать аудит в соответствии с требованиями [5].

Анализ и выявление угроз включает мониторинг безопасности и обнаружение инцидентов, таких как кибератаки и нарушение политик безопасности. Корреляция и анализ событий производят анализ связей и паттернов между событиями для выявления неочевидных угроз или уязвимостей [6].

Фиксация инцидентов и оповещение в реальном времени запускают сценарии блокировки доступа, отправки уведомлений и других методов при обнаружении инцидента безопасности. Аудит и отчетность позволяют отслеживать и регистрировать действия пользователей и другие события, связанные с безопасностью, предоставляя администраторам возможность делать выводы и аналитику [7].

SIEM-системы востребованы в различных отраслях, таких как банки, мобильные операторы, предприятия с DLP, малый и средний бизнес, большой бизнес и географически распределённые предприятия. Они актуальны там, где необходима информационная безопасность. Преимущества SIEM-систем включают multifunctionality, централизованное хранение и анализ данных, своевременное обнаружение и предотвращение угроз, централизованную отчётность, оптимизацию ресурсов и повышение эффективности, интеграцию с другими системами безопасности. Совместно с DLP-системами, такими как FalconGaze SecureTower, SIEM создаёт надёжную и всеобъемлющую систему управления информационной безопасностью, способную эффективно справляться с современными вызовами в области кибербезопасности [8].

Примеры успешного применения SIEM в информационной безопасности электроэнергетики:

1. ПАО «Россети Северо-Запад»: компания использует решение Kaspersky Unified Monitoring and Analysis Platform (KUMA) для автоматизации бизнес-процессов, учёта электроэнергии и управления потерями в электрических сетях. KUMA помогает своевременно обнаруживать и реагировать на возникающие инциденты, обеспечивая безопасность всех бизнес-процессов.

2. ПАО «ФСК ЕЭС»: компания применяет SIEM-систему для мониторинга и анализа событий безопасности, связанных с передачей электроэнергии. Это позволяет оперативно выявлять и устранять угрозы, предотвращая возможные аварии и сбои в работе сети.

3. «РусГидро»: энергетическая компания использует SIEM-решение для сбора, мониторинга и анализа событий безопасности, связанных с эксплуатацией гидроэлектростанций. Это помогает своевременно обнаруживать и реагировать на возможные угрозы, обеспечивая надёжность и стабильность работы объектов.

4. «Интер РАО»: компания применяет SIEM-систему для мониторинга и анализа событий безопасности, связанных с передачей и распределением электроэнергии. Это позволяет оперативно выявлять и устранять угрозы, предотвращая возможные аварии и сбои в работе сети.

5. «ТГК-1»: энергетическая компания использует SIEM-решение для сбора, мониторинга и анализа событий безопасности, связанных с эксплуатацией тепловых электростанций. Это помогает своевременно обнаруживать и реагировать на возможные угрозы, обеспечивая надёжность и стабильность работы объектов.

Возможность настройки правил корреляции и анализа событий в системе Security Capsule SIEM (SC SIEM) позволяет определить наиболее значимые угрозы и уязвимости в информационной безопасности электроэнергетики. Эта система мониторинга и корреляции событий ИБ позволяет реализовать систему мониторинга и корреляции событий ИБ на любом объекте информатизации, независимо от масштаба [9].

SC SIEM также успешно решает задачи импортозамещения зарубежных систем выявления инцидентов и попыток нарушения киберустойчивости компа-

нии, сбора событий от источников в инфраструктуре в реальном времени, реализации единой точки анализа событий в гетерогенной инфраструктуре, выявления инцидентов как в режиме реального времени, так и в ретроспективе. В системе предусмотрена возможность применения как в малых ИТ-инфраструктурах, так и в территориально распределённых информационных системах благодаря модульной архитектуре.

В SC SIEM интегрированы сканеры безопасности XSpider, MaxPatrol, «Сканер-ВС», в скором времени будет добавлен RedCheck. Это позволяет получать более детальную информацию о выявленных уязвимостях в едином интерфейсе.

В системе реализованы различные модули, такие как модуль сбора событий, модуль нормализации, модуль корреляции, модуль хранения, модуль ГосСОПКА и другие. Например, модуль корреляции анализирует события в режиме реального времени и в ретроспективе, используя мощное корреляционное ядро и гибкий мастер создания правил корреляции. База программы содержит более 1000 правил корреляции, которые обновляются по мере обнаружения новых сценариев компрометации.

Таким образом, возможность настройки правил корреляции и анализа событий в Security Capsule SIEM позволяет определить наиболее значимые угрозы и уязвимости в информационной безопасности электроэнергетики, обеспечивая надёжную защиту объектов информатизации от киберугроз и повышая уровень киберустойчивости компании.

Преимущества использования SIEM включают централизованное представление информации о возможных угрозах, обнаружение угроз в режиме реального времени, аудит соответствия нормативным требованиям и создание отчётов. Также стоит отметить, что за последнее десятилетие технология SIEM значительно усовершенствовалась благодаря использованию искусственного интеллекта, что позволяет более эффективно выявлять угрозы и реагировать на инциденты.

В целом, SIEM является важной частью корпоративной экосистемы кибербезопасности, обеспечивая централизованный сбор, анализ и управление инцидентами, а также помогая достичь нового уровня выявления угроз и своевременного реагирования на инциденты.

Список литературы

1. Киселев, А. В. Информационные технологии в управлении / А. В. Киселев, А. О. Спицына, Ю. А. Халин. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 107 с. – ISBN 978-5-907857-83-4.
2. Kotenko, I. A Variant of the Analytical Specification of Security Information and Event Management Systems / I. Kotenko, I. Parashchuk // Studies in Systems, Decision and Control. – 2021. – Vol. 350. – P. 321-331. – DOI 10.1007/978-3-030-67892-0_26.
3. González-Granadillo, G. Security information and event management (SIEM): Analysis, trends, and usage in critical infrastructures / G. González-Granadillo, S. González-Zarzosa, R. Diaz // Sensors. – 2021. – Vol. 21, No. 14. – DOI 10.3390/s21144759.
4. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное го-

сударственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российской Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

6. Таныгин, М. О. Использование статистических характеристик потоков сообщений для повышения достоверности аутентификации их источника / М. О. Таныгин, А. В. Митрофанов, А. В. Плугатарев // Телекоммуникации. – 2023. – № 2. – С. 2-8. – DOI 10.31044/1684-2588-2023-0-2-2-8.

7. Ericsson G.N. Management of information security for an electric power utility – On security domains and use of ISO/IEC17799 standard / G. N. Ericsson, A. Torkilseng // IEEE Transaction on Power Delivery. – 2005. – Vol. 20 – No. 2 – P.683-690.

8. Agentless Approach for Security Information and Event Management in Industrial IoT / H. Zahid, S. Hina, M. F. Hayat, G. A. Shah // Electronics. – 2023. – Vol. 12, No. 8. – P. 1831. – DOI 10.3390/electronics12081831.

9. Bezas, K. Comparative Analysis of Open Source Security Information & Event Management Systems (SIEMs) / K. Bezas, F. Filippidou // Indonesian Journal of Computer Science. – 2023. – Vol. 12, No. 2. – P. 443-468. – DOI 10.33022/ijcs.v12i2.3182.

КАРИМУЛЛИН БУЛАТ РАВИЛЕВИЧ, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Набережные Челны, Россия
bulat.rav77@gmail.com

БЛОКЧЕЙН В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСАМИ

В статье рассматривается потенциал применения технологии блокчейн для управления энергоресурсами. Анализируются возможности децентрализованного подхода в энергосистемах, такие как повышение прозрачности и безопасности транзакций, оптимизация обмена энергией между участниками рынка, включая потребителей, производителей и операторов сетей.

Ключевые слова: блокчейн, децентрализация, управление энергоресурсами, умные контракты, энергосети, P2P-торговля энергией.

Современные энергосистемы сталкиваются с многочисленными вызовами, связанными с интеграцией возобновляемых источников энергии (ВИЭ), увеличением числа децентрализованных генераторов, а также необходимостью повышения прозрачности и безопасности операций. Традиционные централизованные модели управления энергоресурсами становятся менее эффективными в условиях растущей сложности систем [1].

Технология блокчейн предлагает радикально новый подход к организации управления энергией. Благодаря децентрализации и неизменности данных, блокчейн может обеспечить автоматизацию процессов, прозрачность расчётов

и снижение транзакционных издержек. В данной статье рассматриваются основные аспекты использования блокчейна в энергетике и перспективы его интеграции в инфраструктуру умных энергосетей [2].

Децентрализованное управление энергоресурсами — это новый парадигм развития энергетических систем, который предполагает снижение зависимости от централизованных поставок энергии и управления ими. Этот подход становится актуальным в условиях роста доли возобновляемых источников энергии, изменяющегося потребительского поведения и внедрения новых технологий, таких как блокчейн [3].

В данной статье рассматриваются основные перспективы, связанные с децентрализованным управлением энергоресурсами, включая экономические, экологические и социальные аспекты.

1. Экономические перспективы. Использование децентрализованных моделей позволяет уменьшить затраты на инфраструктуру и эксплуатацию, а также снизить транзакционные издержки, исключая необходимость посредников. Блокчейн позволяет отслеживать потоки энергии в реальном времени, что помогает более точно прогнозировать спрос и предложение. Это приводит к более эффективному распределению энергии и минимизирует потери. Децентрализованные платформы предоставляют возможность для новых бизнес-моделей, таких как P2P (Peer-to-Peer) торговля энергией, где потребители могут продавать излишки энергии напрямую друг другу, избегая традиционных поставщиков [4].

2. Экологические перспективы. Децентрализация управления способствует более широкой интеграции возобновляемых источников энергии в энергосистему. Это позволяет использовать локальные ресурсы, такие как солнечная и ветровая энергия, что снижает углеродный след и способствует устойчивому развитию. Возможности анализа данных в реальном времени, которые предоставляет блокчейн, позволяют пользователям оптимизировать своё потребление, переходя на более эффективные режимы работы и отвечая на сигналы нагрузки. Это помогает снизить потребление энергии в пиковые часы и предотвращает перегрузки.

3. Социальные перспективы. Новые модели управления энергией позволяют более активно вовлекать потребителей в процессы, связанные с производством и потреблением энергии. Это не только повышает осведомлённость, но и способствует формированию сообщества, где каждый участник имеет возможность влиять на свою местную энергосистему. Децентрализация может способствовать более справедливому распределению энергоресурсов, позволяя домохозяйствам с низким доходом участвовать в производстве энергии. Например, владельцы солнечных панелей могут предлагать свою излишнюю энергию другим пользователям, получая за это вознаграждение.

4. Технологические перспективы. Умные контракты позволяют автоматизировать процессы расчёта и контроля за выполнением обязательств между участниками рынка. Например, умные контракты могут автоматически учитывать

объёмы произведённой и потребленной энергии, производя расчёты без необходимости вмешательства третьих лиц [5].

Блокчейн позволяет создавать децентрализованные платформы, где потребители и производители энергии могут взаимодействовать напрямую без посредников. Это снижает транзакционные издержки и ускоряет процессы заключения сделок. Все транзакции по распределению энергии и использованию ресурсов фиксируются в блокчейне, что обеспечивает высокий уровень прозрачности. Участники рынка могут легко отслеживать происхождение энергии, а неизменяемость записей гарантирует безопасность операций.

Внедрение блокчейна в управление распределённой генерацией (например, солнечными и ветряными станциями) позволяет более эффективно распределять выработанную энергию. Это даёт возможность домохозяйствам продавать излишки энергии напрямую другим потребителям.

Использование умных контрактов, работающих на базе блокчейна, позволяет автоматизировать процессы расчётов и управления. Это упрощает взаимодействие между участниками рынка и способствует более быстрому выполнению обязательств.

На данный момент существует несколько успешных проектов, использующих блокчейн в энергетике. Например, проект Power Ledger в Австралии ориентирован на создание децентрализованной платформы для торговли энергией. В России также наблюдается интерес к данным технологиям: компания "Энергетическая сеть" разработала платформу для учёта и торговли электроэнергией с использованием блокчейн-технологий.

Список литературы

1. Биков, Д. И. Потенциал и перспективы использования технологии интернет вещей / Д. И. Биков, Р. О. Насибулин, Г. А. Гареева // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей по итогам международной научной конференции, Казань, 30–31 января 2021 года / НПП МЕДПРОМДЕТАЛЬ; ООО Газпром трансгаз Казань. – Казань: ООО «Конверт», 2021. – С. 188-189.
2. Насибулин, Р. О. Перспективы использования AR/VR технологий на производстве / Р. О. Насибулин, Г. А. Гареева // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: сборник научных статей VI международной научной конференции, Волгоград, 17–18 июня 2021 года. Том Часть 2. – Волгоград: ООО «КОНВЕРТ», 2021. – С. 30-31.
3. Разработка разветвленной диалоговой системы в Unity / Г. А. Гареева, М. В. Южаков, Р. Р. Нуриев [и др.] // Научно-технический вестник Поволжья. – 2023. – № 6. – С. 307-310.
4. Гареева, Г. А. Достоинства и возможности чат-ботов в мессенджере Telegram / Г. А. Гареева, Р. Ф. Фархутдинов // Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых: сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок: в 5 т., Курск, 01 декабря 2021 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 88-90.
5. Крапивин, Р. Р. Управление системой OTRS / Р. Р. Крапивин, Г. А. Гареева // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей по итогам двенадцатой международной научной конференции, Казань, 30–31 декабря 2020 года. Том Часть 2. – Казань: ООО «Конверт», 2020. – С. 63-64.

КАРИМУЛЛИН БУЛАТ РАВИЛЕВИЧ, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, г. Набережные Челны, Россия
bulat.rav77@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

В статье рассматривается концепция цифровых двойников (Digital Twins) как инновационного подхода к моделированию энергетических систем. Приводятся основные принципы разработки цифровых двойников, их архитектура и преимущества в управлении энергетическими объектами.

Ключевые слова: цифровые двойники, энергетические системы, моделирование, управление, оптимизация, мониторинг.

Энергетические системы являются одними из самых сложных инженерных объектов, требующих высокой степени надёжности и точности управления. Учитывая рост потребления энергии, необходимость интеграции возобновляемых источников и растущие требования к устойчивости, традиционные методы управления оказываются недостаточно эффективными [1].

Цифровые двойники представляют собой динамические виртуальные модели реальных объектов, которые обновляются в реальном времени на основе данных, поступающих с сенсоров и других источников. Эта технология активно используется в промышленности и начинает внедряться в энергетике для повышения эффективности, точности прогнозирования и сокращения издержек [2].

Цифровой двойник энергетической системы состоит из трёх основных компонентов [3]:

1. Физическая система — это объект, функционирование которого моделируется (электростанции, подстанции, линии электропередачи).
2. Сенсоры и устройства сбора данных. Устройства интернет вещей (IoT) собирают информацию о состоянии физической системы: температуре, давлении, нагрузке и других параметрах.
3. Цифровая модель. Модель строится на основе данных, поступающих с сенсоров, и обновляется в реальном времени. Она может включать:
 - математические модели;
 - алгоритмы искусственного интеллекта;
 - прогнозирующие системы.

Архитектура цифрового двойника представляет собой структурированное представление компонентов и уровней, обеспечивающих его функционирование. Она включает как физические, так и виртуальные составляющие, которые взаимодействуют друг с другом для создания точной модели и оптимизации работы системы. Архитектура цифрового двойника включает несколько слоёв [4, 5]:

- Сенсоры и другие устройства фиксируют параметры физической системы и передают данные в цифровую платформу.

- Данные анализируются с использованием облачных технологий и искусственного интеллекта. Это позволяет выявлять аномалии, прогнозировать сбои и оптимизировать процессы.

- Результаты обработки представляются в удобном для инженеров виде (графики, цифровые модели, 3D-визуализация), позволяя принимать обоснованные решения.

Цифровые двойники позволяют в режиме реального времени следить за состоянием оборудования и выявлять отклонения от нормального функционирования. Например, при мониторинге трансформаторов можно обнаружить признаки перегрева или утечки масла до того, как произойдет авария. Цифровой двойник позволяет смоделировать работу системы в различных условиях и заранее подготовиться к изменению нагрузки. Например, прогнозирование пиковых нагрузок в энергосетях помогает избежать перегрузок и отключений.

Оптимизация работы энергосистем представляет собой комплекс мероприятий, направленных на повышение эффективности, надёжности и устойчивости энергетических систем. Это важный аспект, учитывая изменения в структуре производства и потребления энергии, растущую долю возобновляемых источников, а также необходимость борьбы с изменениями климата.

Интеграция возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в энергосистему становится все более актуальной задачей, особенно в свете необходимости снижения углеродных выбросов и перехода на устойчивые источники энергии. Цифровые двойники играют важную роль в этом процессе, обеспечивая более точное прогнозирование и эффективное управление.

Преимущества цифровых двойников в энергетике:

1. Цифровой двойник помогает своевременно выявлять неисправности, что снижает вероятность аварий.

2. Оптимизация процессов позволяет сократить расходы на обслуживание и энергопотребление.

3. Инженеры получают доступ к полной информации о состоянии объектов, что упрощает принятие решений.

4. Цифровые двойники легко адаптируются к изменениям в инфраструктуре, что особенно важно в условиях перехода к "умным" энергосетям.

Цифровые двойники открывают новые горизонты для моделирования и управления энергетическими системами. Их внедрение позволяет повысить надёжность, снизить издержки и обеспечить более точное прогнозирование

Список литературы

1. Биков, Д. И. Майнинг биткойна при помощи языка программирования Python / Д. И. Биков, Г. А. Гареева // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: Сборник научных статей по итогам II международной научной конференции, Казань, 27–28 февраля 2021 года. – Казань: ООО "КОНВЕРТ", 2021. – С. 170-171.

2. Правоткин, И. А. Принцип создания динамичных 3D моделей на примере игрового физического движка Source / И. А. Правоткин, Г. А. Гареева // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: Сборник научных статей по итогам V международной научной конференции, Волгоград, 20–21 мая 2021 года. – Волгоград: Общество с ограниченной ответственностью "КОНВЕРТ", 2021. – С. 146-148.

3. Гареева, Г. А. Создание веб-скрапера с использованием библиотек request и BeautifulSoup на языке программирования Python / Г. А. Гареева, Р. Ф. Фархутдинов // Поколение будущего: взгляд молодых ученых - 2021: сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 11–12 ноября 2021 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 32-35.

4. Гасюк, К. В. Интерфейс Autodesk 3DS Max / К. В. Гасюк, А. Р. Киямова, Г. А. Гареева // Инновационные технологии, экономика и менеджмент в промышленности: сборник научных статей по итогам второй международной научной конференции, Волгоград, 21–22 января 2021 года / Научно-производственное предприятие «Медпромдеталь». Том Часть 2. – Волгоград: ООО «Конверт», 2021. – С. 18-19.

5. Мукминов, Д. В. Система оповещения утечки газа при помощи микроконтроллера Arduino / Д. В. Мукминов, Г. А. Гареева // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей V международной научной конференции в 2-х частях, Казань, 30–31 мая 2021 года / НПП МЕДПРОМДЕТАЛЬ ООО Газпром трансгаз Казань. Том Часть 2. – Казань: ООО "КОНВЕРТ", 2021. – С. 46-47.

КОМОВ ДАНИЛА ДМИТРИЕВИЧ, бакалавр
ЗАСЫПКИНА АЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВНА, бакалавр
ПИТИНОВА ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА, бакалавр

Научный руководитель –

КРЮКОВ ИЛЬЯ ВАЛЕРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,

г. Белгород, Россия

komov.danil2006@gmail.com

АНАЛИЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В связи с ростом стоимости и снижения количества невозобновляемых энергоресурсов, вопрос экономии тепловой энергии особенно актуален. Снижение потребления тепловой энергии достигается путем теплоизоляции жилых помещений с помощью теплоизоляционных материалов. В работе был проведен анализ применения теплоизоляционных материалов и методов их установки.

Ключевые слова: тепловая энергия, теплопотери, теплоизоляция, методы установки.

Одной из главных задач в современном энергетическом комплексе является минимизация потерь тепловой энергии в жилом секторе. Основная доля жилищного фонда составляют здания, построенные до принятия нормативных требований к тепловому сопротивлению (СП 50.13330.2012), теплопотери в таких зданиях зачастую происходят через наружные стены и окна [1]. Основным решением теплопотерь является использование теплоизоляционных материалов, подобранных в соответствии с требованиями и климатическими условиями.

Развитие промышленности позволило создавать теплоизоляционные материалы, которые различаются сырьем, технологией производства, характери-

ками и особенностями эксплуатации. Среди наиболее популярных можно выделить следующие виды: минеральная вата; пеноплекс; пенополистирол; эковата; пеноизол; и др.

К основным требованиям к теплоизолятору относят следующие: теплопроводность, водопоглощение, прочность, паропроницаемость, плотность, горючесть, экологичность, долговечность, толщину, а также его стоимость [2].

Теплопроводность материала характеризуется коэффициентом теплопроводности, который указывает на количество теплоты, пройденное за один час сквозь метр материала.

Водопоглощение – это свойство материала впитывать и удерживать определенное количество воды в своих порах. Эта величина определяется как отношение количества поглощенной воды к массе сухого образца

Паропроницаемость – способность материала пропускать через себя пар.

Показатель огнестойкости говорит о способности материала выдерживать воздействие высоких температур. Выделяют четыре группы горючих строительных материалов: слабогорючие – Г1; умеренногорючие – Г2; нормальногорючие – Г3; сильногорючие – Г4.

Основные виды утеплителей и их характеристика:

Минеральная вата – теплоизоляционный материал, получаемый в результате расплава горных пород. Ее популярность среди теплоизоляционных материалов обусловлена негорючестью, а также хорошими теплоизоляционными и шумоизоляционными свойствами (коэффициент теплопроводности равен 0,03-0,04 Вт/м*К). В связи с низкими показателями прочности (0,018-0,045МПа), минеральная вата должна быть защищена от механических воздействий [3]. Под нагрузкой вата уплотняется и дает усадку, что приводит к разрушению волокон. При разрушении волокна превращаются в пыль, что существенно снижает экологичность материала. Помимо этого, к недостаткам также относят недостаточную паро- и гидроизоляцию.

Стекловата – материал, который изготавливается из того же сырья, что и стекло. Для производства этого утеплителя могут также подходить отходы стекольной промышленности. В отличие от минеральной ваты, стекловата имеет более толстые и длинные волокна. Поэтому она более упругая и прочная. Как и минеральная вата, она хорошо поглощает звуки, не горит и не подвергается агрессивному воздействию химических веществ. При нагревании стекловата не выделяет вредные вещества. Теплоизоляционные свойства рассчитываются в пределе 0,032-0,044 Вт/м*К. Несмотря на все достоинства утеплитель имеет и негативные качества: стекловата не слишком долговечна, неустойчива к солнечным лучам, при которых она разрушается, а так же со временем дает усадку.

Эковата – целлюлозный утеплитель, который изготавливается в ходе переработки макулатуры и отходов бумажной промышленности. Как и другие теплоизоляторы эковата характеризуется коэффициентом теплопроводности (0,03-0,05 Вт/м*К) и паропроницаемостью (0,03 мг/м*ч*Па). Помимо этого, эковата не воспламеняется при температуре 1300 °С. Среди недостатков этого тепло-

изолятора выделяют низкую плотность (30-90 кг/м³), а также отсутствие возможности использования в устройстве плавающих полов [4].

Пеноизол – органический ячеистый карбамидный пенопласт, использующийся в качестве утеплителя. Получается этот теплоизоляционный материал в результате смешивания полимерной смолы, пенообразователя и отвердителя (ортофосфорной кислоты). Среди преимуществ теплоизолятора выделяют следующие: хорошую теплоизоляцию (до 0,028-0,047 Вт/м*°С), низкую стоимость, широкий температурный диапазон (от -80 до +120°С), а также длительный срок службы (от 50 до 80 лет) [5].

В зависимости от расположения утеплителя по отношению к ограждающей конструкции можно выделить два основных типа теплоизоляционных систем:

- утеплитель находится снаружи ограждающей конструкции;
- утеплитель расположен с внутренней стороны ограждающей конструкции.

Наружное утепление – наиболее эффективный и удобный метод утепления ограждающих конструкций. При таком способе удается защитить стены от промерзания, так как утеплитель не пропускает холодный поток воздуха к стене, но при условии, что толщина утеплителя соответствует климатическому региону. Расположение утеплителя снаружи не увеличивает нагрузку на несущие стены, поэтому давление на фундамент остается прежним. Утепление снаружи здания позволяет сместить точку росы, то есть зону конденсации пара, в теплоизоляционный материал, что позволяет предотвратить образование конденсата в ограждающей конструкции. Однако утеплитель должен обладать хорошей паропроницаемостью, чтобы выводить всю впитанную влагу. Наружный утеплитель также позволяет улучшить звукоизоляционные качества. Среди всех вышеописанных преимуществ и недостатков можно выделить существенный плюс наружного утепления стен. Утеплитель снаружи стены позволяет намного дольше держать тепло стен в зимний период и прохладу в летний. Это качество позволяет значительно снизить расходы на отопление и кондиционирование здания [6]. При таком методе утепления наилучшими материалам будут: пенополистирол, вспененный полиэтилен, вспененный пенополиуретан.

Внутреннее утепление – утепление дома изнутри, то есть со стороны помещения альтернативное решение при отсутствии возможности утепления здания снаружи. Этот метод является конкурентно-способным по отношению к наружному утеплению, за счет более низких затрат. Одним из важнейших недостатков этого метода можно считать уменьшение полезной площади. Уменьшение жилой площади в среднем составляет 1-5 м² (в зависимости от размеров помещения и утеплителя) [7]. Однако гораздо опаснее образование конденсата между утеплителем и стеной. Это происходит из-за смещения точки росы в промежуток между утеплителем и стеной. Влага служит источником промерзания стены и образования плесени и грибка. Данные проблемы могут возникнуть при неправильном монтаже, если не была установлена дополнительная защита от конденсата. Но даже в случае установки защиты, влага может продолжить скапливаться и потребуются установка принудительных систем вентиляции. При соблюдении всех правил монтажа утеплителя возможно избежать образо-

вания конденсата и добиться экономии энергетических ресурсов, так как внутренний утеплитель позволяет затрачивать меньше энергии на отопление стен и помещения. Наиболее подходящими материалами для внутренней теплоизоляции являются материалы, имеющие низкую паропроницаемость.

Исходя из вышеописанного материала затраты тепловой энергии на отопление можно снизить путем утепления ограждающих конструкций. Однако выбор теплоизоляционного материала зависит от многих факторов, но самым важным фактором является климат. Метод утепления играет немаловажную роль, утепление наружных стен намного перспективнее по сравнению с внутренним. Однако при отсутствии возможности утеплить ограждающие конструкции снаружи, используется метод утепления внутренних стен с тщательных соблюдений требований.

Список литературы

1. Куцев Л. А. Пути снижения энергозатрат в жилищно-коммунальном хозяйстве / Л. А. Куцев, Г. Л. Дронова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2008. – № 2. – С. 24-25. – EDN OMSRVR.
2. Бурлаков Д. В. Анализ теплоизоляционных материалов / Д. В. Бурлаков, Н. Л. Медведева, Н. В. Ишук // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: Материалы международной научно-практической конференции, Саратов, 17–18 ноября 2016 года / Под редакцией Ф.К. Абдразакова. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2016. – С. 43-46. – EDN XGKSJVL.
3. Ярцев В. П. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и пенополистирола) / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов, С. А. Мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2013. – № 1. – С. 8-11. – EDN SYMOGZ.
4. Кирика А. А. Применение эковаты в современном строительстве / Кирика А.А., Николаева Т.Н. // СОВРЕМЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ. – 2020. – С. 308.
5. Тожоева, М. Н. Применение теплоизоляционного материала пеноизол для ликвидации "мостиков холода" / М. Н. Тожоева // Universum: технические науки. – 2019. – № 5(62). – С. 21-23. – EDN ZMCUJN.
6. Малкова А. М. УТЕПЛЕНИЕ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ / Малкова А.М.//Аллея науки. – 2018. – Т. 8. – №. 11. – С. 162-166.
7. Бобрышев, В. В. Основные способы утепления зданий, их достоинства и недостатки / В. В. Бобрышев // Молодой ученый. – 2018. – № 47(233). – С. 31-34. – EDN YOYXNZ.

КОРМАШОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, аспирант
КРУПНОВ АЛЕКСЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ, студент
МЕШЕЛЕВА ТАТЬЯНА ДЕНИСОВНА, студент
Научный руководитель -
КРУПНОВ ЕВГЕНИЙ ИВАНОВИЧ, к.т.н., доцент
ekrup@list.ru
Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Россия

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗА
СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

В статье представлено обоснование эффективности использования систем автоматического регулирования системы теплоснабжения на основе анализа данных по потреблению тепловой энергии зданиями, одно из которых без узла учета, а второе с узлом учета и автоматикой.

Ключевые слова: Здание, теплоснабжение, энергоэффективность, ИТП, автоматизация.

Подавляющее большинство зданий в нашей стране не имеют системы автоматизации, что приводит к неэффективному использованию энергоресурсов. Именно в сфере жилищно-коммунального комплекса (ЖКХ) энергетические затраты являются одной из значимых статей бюджета организаций. Согласно 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», принятым в ноябре 2009 года, собственники зданий имеют право регулировать потребление энергоресурсов в доме и оплачивать фактически потребленное количество ресурсов по показаниям приборов учета [1].

Применение автоматизированных систем теплоснабжения позволяет снизить потребление тепловой энергии в осенне-весенний период и устранить перетопы в здании. Они позволяют поддерживать необходимую температуру тепловой системы здания при любых факторах. Установка АСР в ИТП так же даст возможность на протяжении всего отопительного периода исключить скачки давления и температуры при подачи тепловой энергии в здание и сделать входные и выходные параметры теплоносителя приближенными к проектным и расчетным графикам [2].

Проведен анализ показаний потребления тепловой энергии зданий с подобной площадью для определения потенциальных различий в эффективности системы отопления и возможных проблем в конструкции здания, которые могут привести к утечкам тепла. Данный анализ помог определить затраты тепловой энергии в системе отопления и доказал необходимость установки узла учета тепловой энергии с обновлением системы элеваторов и интеграцией АСР.

В ходе работы было проведено сравнение затрат тепловой энергии на отопление и ГВС для двух зданий, которые имеют одинаковую площадь. (Таблица 1). В первом здании отсутствует узел учета тепловой энергии и система автоматики, а во втором - установлена система автоматического погодного регулирования.

В таблице 1 показана фиксация данных ежемесячно за 2023 год.

Таблица 1 – Потребления зданиями 1 и 2 тепловой энергии за 2023 год

Месяц	Здание №1 без узла учета	Здание № 2 с узлом учета и автоматизацией
Январь	904,412	503,831
Февраль	782,233	390,246
Март	731,72	347,577
Апрель	450,679	279,970

Май	224,745	149,111
Июнь	231,142	21,344
Июль	167,164	24,671
Август	160,381	13,698
Сентябрь	305,213	18,000
Октябрь	553,006	200,095
Ноябрь	687,554	252,255
Декабрь	873,095	273,685

Согласно представленным данным, годовое потребление энергоресурсов для этих зданий имеет разницу в 3380 Гкал в сторону уменьшения для здания с системами автоматизации.

На рисунке 1 представлено наглядное сравнение потреблений тепловой энергии зданиями 1 и 2.

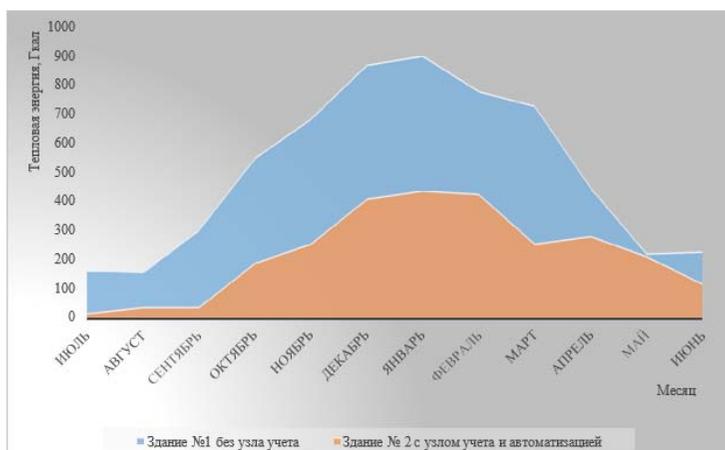


Рисунок 1 – Сравнение потреблений тепловой энергии зданиями 1 и 2

Из рисунка видно, что при отсутствии узла учета и системы автоматизации, по тепловой нагрузке потребление зданием может быть в 2-2,5 раза больше, соответственно и теплоснабжающая организация может выставлять повышенные счета, в сравнении с фактическим потреблением при отсутствии УУ.

Таким образом, применение автоматизированных систем теплоснабжения является необходимым шагом для повышения эффективности работы системы теплоснабжения и снижения затрат на энергопотребление у потребителей.

При этом следует учитывать, что необходима комплексная автоматизация всех тепловых пунктов тепловой сети, так как автоматизация одного теплового пункта дает эффект экономии тепловой энергии только у данного потребителя, а в целом по сети эффекта не наблюдается, сэкономленный расход горячей во-

ды распределяется по другим потребителям, что вызывает «перетопы». То же самое отмечается и при установке комнатных регуляторов температуры: размещение в отдельных помещениях не дает никакой экономии в целом по зданию [3].

Сложившаяся в нынешнем теплоснабжении ситуация свидетельствует о ее несовершенстве, необходимы решения, связанные с проблемами энергосбережения и автоматизации в системах теплоснабжения зданий. На сегодняшний день ИТП зданий в большинстве своем не автоматизированы, малый процент автоматики имеется на сетях потребителей. Только автоматическая система управления, учитывающая особенности конкретных зданий и их систем отопления, непрерывно отслеживающая их изменение, способна определить необходимое количество теплоты для поддержания комфортного температурного режима в здании.

Список литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федер. закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 11.06.2021).
2. Зуев, К. И. Автоматизация и управление системами теплогасоснабжения и вентиляции: учеб. пособие / К. И. Зуев; Владимир. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019 – 171 с.
3. Калмаков, А.А. Автоматика и автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции / А.А. Калмаков, Ю.Я. Кувшинов, С.С. Романова, С.А. Щелкунов. – Москва: Стройиздат, 1986. – 479 с.

КОРМАШОВ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, аспирант
КРУПНОВ АЛЕКСЕЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ, студент
МЕШЕЛОВА ТАТЬЯНА ДЕНИСОВНА, студент
 Научный руководитель –
КРУПНОВ ЕВГЕНИЙ ИВАНОВИЧ, к.т.н., доцент
 ekrup@list.ru
 Ивановский государственный политехнический университет,
 г. Иваново, Россия

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИТП ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

В статье представлены данные по расчету и выбору основного и вспомогательного оборудования узла учета тепловой энергии и системы автоматизации здания больницы. Определена экономическая эффективность проекта.

Ключевые слова: Здание, теплоснабжение, энергоэффективность, ИТП, автоматизация, оборудование, экономика.

Перед выбором оборудования на системе теплоснабжения необходимо произвести расчет, на основании имеющихся данных. ИТП реализует следующую схему подключения системы теплоснабжения: двухтрубная система тепло-

снабжения, система отопления присоединяется по зависимой схеме с насосным смешением, а система горячего водоснабжения по открытой тупиковой схеме (через регулятор температуры).

Система теплоснабжения будет оборудована системой автоматического регулирования теплопотребления.

Температурный график тепловой сети – 150/70°C.

Температурный график системы отопления – 95/70°C.

Температура горячей воды – 65°C.

Фактическое давление в подающем трубопроводе – $P_1 = 8,4 \text{ кгс/см}^2$, в обратном $P_2 = 5,8 \text{ кгс/см}^2$.

Расчетное давление в подающем трубопроводе – $P_1 = 8,3 \text{ кгс/см}^2$, в обратном $P_2 = 6,0 \text{ кгс/см}^2$.

В проектируемой схеме необходимо поддерживать температуру воды в контуре системы отопления в соответствии с температурным графиком 95/70°C. Для такого регулирования был подобран контроллер ВТР-210И, который осуществляет погодную компенсацию температуры теплоносителя в системе отопления [1]. Также, он позволяет обеспечивать недопустимость превышения заданного температурным графиком значения температуры теплоносителя, возвращаемого в теплосеть после контура отопления, программировать снижение температуры воздуха в помещении по часам суток и дням недели, автоматически отключать систему отопления на летний период при переходе температуры наружного воздуха определенной границы, периодически включать электроприводы насоса и регулирующего клапана во время летнего отключения системы отопления.

Циркуляционный насос — одна из главных составляющих системы отопления и горячего водоснабжения. Он предназначен для обеспечения принудительного движения жидкости по замкнутому контуру (циркуляции), а также рециркуляции. Для рассматриваемой системы на основе расчета выбран насос «Shinhoo» BASIC S 25-8S 180.

Регулирующий клапан системы отопления предназначены для перемещения регулирующих органов в системах автоматического регулирования технологическими процессами в соответствии с командными сигналами автоматических регулирующих и управляющих устройств. Для регулирования выбран седельный проходной клапан типа ВКСР. Падение давления на клапане, кгс/см^2 , принят равным 9,0 м вод. ст.

На обратном трубопроводе системы отопления для общей увязки предусматривается установка балансировочного клапана фирмы «BROEN» VENTURI DRV. Падение давления на клапане, принято равным 7,0 м вод.ст.

Для стабилизации гидравлических режимов системы теплопотребления, а также для гидравлической увязки на индивидуальном тепловом пункте предусматривается установка регулятора перепада давлений для системы отопления и горячего водоснабжения. Выбран регулятор перепада давления типа ВРПД специ исполнения для установки на подающем трубопроводе с $Kvs = 1,6 \text{ м}^3/\text{ч}$

($D_u = 15 \text{ мм}$). Диапазон регулирования данного регулятора составляет: 0,04-0,7 МПа. Настройку клапана выбираем 0,12 МПа.

В качестве вычислителя количества теплоты выбран современный отечественный многоканальный тепловычислитель ТВ-7 (вычислители количества теплоты), разработанный для измерения и регистрации параметров потока теплоносителя, количества тепловой энергии, мощности в закрытой и/или открытой водяных системах теплоснабжения и других показателей по одному или двум тепловым вводам. Преимуществами ТВ-7 являются большое количество схем теплоснабжения, простая и удобная настройка, глубокая диагностика и гибкая реакция на нештатные ситуации, поддержка коммерческими системами диспетчеризации, ведение нестираемого архива событий: калибровок, изменений настроек.

Для измерения расхода теплоносителя выбран расходомер электромагнитный Питерфлоу РС, который производится компанией «Термотроник» в г. Санкт-Петербург.

Для измерения температуры теплоносителя применен Комплект термопреобразователей сопротивления платиновых КТСП-Н, состоящий из двух платиновых термометров сопротивления, предназначенный для измерения температуры и разницы температур теплоносителей в системах учета и контроля тепловой энергии в тепловых сетях теплоснабжения и энергетике в составе теплосчетчиков. Комплекты КТСП-Н применяются для измерения температур в диапазоне от 0°C до 160°C и разности температур в диапазоне от 2(3)°C до 150°C.

Для измерения давления предложено использовать малогабаритные интеллектуальные многопредельные датчики избыточного давления СДВ-И, которые применяются для измерения избыточного давления, точкой отсчёта является реальное атмосферное давление.

Таким образом, мы рассмотрели основные технические средства, которые необходимо использовать для реконструкции ИТП и приведения его к стандартам настоящего времени. Кроме этого разработана схема внедрения автоматизированных систем теплоснабжения здания больницы [2].

Технико-экономические расчеты [3] показали, что за счет установки прибора учета и системы автоматики в здании больницы экономия денежных средств составит порядка 6 млн. руб./год.

Список литературы

1. Зуев, К. И. Автоматизация и управление системами теплогазоснабжения и вентиляции: учеб. пособие / К. И. Зуев; Владимир. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019 – 171 с.
2. Калмаков, А.А. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции / А.А. Калмаков, Ю.Я. Кувшинов, С.С. Романова, С.А. Щелкунов. – Москва: Стройиздат, 1986. – 479 с.
3. Зингер, Н.М. Повышение эффективности работы тепловых пунктов / Н.М. Зингер, В.Г. Бестолченко, А.А. Жидков. — Москва: Стройиздат, 1990. — 188 с.

КУЗНЕЦОВА ЭВЕЛИНА МАКСИМОВНА, студент
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Набережные Челны, Россия
270303ava@gmail.com

РОЛЬ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ В УСТОЙЧИВОМ БУДУЩЕМ ЭНЕРГЕТИКИ: ОТ ПРЕДСКАЗАНИЙ ДО АВТОМАТИЗАЦИИ

В последние десятилетия информационные технологии (ИТ) становятся неотъемлемой частью энергетического сектора, меняя способы управления, мониторинга и оптимизации процессов. От искусственного интеллекта до автоматизированных систем управления энергией, ИТ-технологии помогают сделать энергосистемы более умными, гибкими и устойчивыми к внешним факторам. В статье рассматриваются ключевые инновации в энергетике, такие как цифровизация сетей, предсказания потребления, автоматизация и интеграция возобновляемых источников энергии. Рассматриваются практические применения технологий, их преимущества для бизнеса и общества, а также вызовы, с которыми сталкивается отрасль в условиях перехода к "зеленой" энергетике.

Ключевые слова: ИТ-технологии, энергетика, искусственный интеллект, цифровизация, автоматизация, возобновляемая энергия, устойчивое развитие, умные сети.

Современные ИТ-технологии стремительно входят в энергетический сектор, обеспечивая не только повышение эффективности, но и поддержку экологических инициатив, таких как переход на возобновляемые источники энергии (ВИЭ). В условиях глобальной энергетической трансформации, вызванной необходимостью сокращения выбросов углекислого газа, энергетика требует инновационных решений для управления сетями, оптимизации потребления и интеграции ВИЭ. Информационные технологии играют ключевую роль в этом процессе, обеспечивая более точные прогнозы, автоматизированные системы и эффективные механизмы для управления энергообеспечением.

Цифровизация энергетических сетей стала основой для создания умных сетей (Smart Grids), которые позволяют интегрировать различные источники энергии и использовать передовые ИТ-решения для мониторинга и управления в реальном времени.

Принципы работы умных сетей: в отличие от традиционных сетей, где энергия течет только в одном направлении, умные сети позволяют получать данные от потребителей и обратно, что делает возможным адаптивное управление энергопотоками. С помощью датчиков и контроллеров автоматизируются процессы распределения энергии, что снижает риски перегрузок и сбоев. Использование датчиков позволяет в реальном времени следить за состоянием электросетей и оборудования, предотвращая аварии и минимизируя время простоя[1].

Например, в Нидерландах компания TenneT разрабатывает модель умной сети, которая позволяет управлять как традиционными, так и возобновляемыми источниками энергии. В случае дефицита энергии система автоматически балансирует спрос и предложение, перенаправляя энергию из избыточных регионов в зоны с нехваткой.

Использование искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения позволяет значительно улучшить прогнозирование потребления энергии, что особенно важно для интеграции ВИЭ. Солнечная и ветровая энергия зависят от внешних факторов, таких как погода, и их производство может быть непредсказуемым. ИИ помогает минимизировать эти колебания, анализируя исторические данные и делая точные прогнозы.

В энергетике ИИ-алгоритмы анализируют данные о потреблении энергии в реальном времени и исторические данные для точного предсказания пиков и спадов потребления. ИИ анализирует прогнозы погоды и помогает оптимизировать использование возобновляемых источников энергии, выбирая наилучшие моменты для их включения в сеть. Системы ИИ могут предсказывать изменения в ценах на энергию и предлагать потребителям оптимальные условия для покупки и продажи энергии. Например, в США компания Pacific Gas and Electric использует машинное обучение для прогнозирования пиков потребления и автоматического управления нагрузками, что позволяет значительно сократить потери и улучшить балансировку сети.

Современные энергосистемы требуют высокой степени автоматизации для быстрой реакции на изменения в сети и внешние факторы, такие как погодные условия или технические неисправности.

Автоматизация процессов в энергетике включает использование датчиков и алгоритмов для выявления неисправностей и принятия мер без участия человека. Системы автоматического распределения энергии, которые позволяют перераспределять мощности между различными источниками и потребителями. Автоматическое регулирование потребления энергии в зависимости от текущих условий (например, по сниженным тарифам в часы пиковой нагрузки). Например, компания Siemens разработала систему для автоматического управления энергоснабжением в реальном времени, которая использует предсказания ИИ и автоматические контроллеры для оптимизации работы сети и снижения потребления.

Одна из ключевых задач для энергетической отрасли — это интеграция ВИЭ в традиционные энергосистемы. ИТ-технологии помогают решать проблему нестабильности поставок, которая возникает из-за переменной природы солнечной и ветровой энергии.

Интеграция ВИЭ с использованием ИТ включает разработку более эффективных аккумуляторов и систем хранения позволяет аккумулировать избытки энергии, вырабатываемые в периоды высокой солнечной активности или сильного ветра, и использовать их в пиковые моменты. Внедрение умных сетей, которые могут адаптироваться к переменному характеру поставок энергии от ВИЭ. Например, проект в Австралии с использованием Tesla Powerwall и сол-

нечных панелей позволяет домохозяйствам не только генерировать энергию, но и хранить ее для использования в ночное время или в периоды низкой выработки.

IT-технологии становятся важнейшим инструментом для решения задач, стоящих перед энергетическим сектором. Цифровизация сетей, использование искусственного интеллекта, автоматизация и интеграция возобновляемых источников энергии — все это помогает создавать более эффективные, гибкие и устойчивые энергосистемы. Внедрение этих технологий является важным шагом к реализации устойчивого энергетического будущего, где высокая степень автоматизации и предсказуемости обеспечит стабильность и минимизирует негативное влияние на окружающую среду.

Необходимость дальнейших исследований и развития технологий остается актуальной, но уже сегодня мы видим, как IT-решения помогают создавать новые, более эффективные и экологически чистые модели потребления и производства энергии.

IT-технологии — это не только будущее энергетики, но и ключ к устойчивому развитию, экологической безопасности и эффективному использованию ресурсов.

Список литературы

1. Абдуллина, Э. И. Управление технологиями Smart city на муниципальном уровне / Э. И. Абдуллина, Г. Р. Гумерова. — Курск : Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2023. — 115 с. — ISBN 978-5-907710-12-2. — DOI 10.47581/2023/Abdullina-Gumerova.01. — EDN FRYOSH.

КУЗНЕЦОВА ЭВЕЛИНА МАКСИМОВНА, студент

Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ, г. Набережные Челны, Россия
270303ava@gmail.com

ИННОВАЦИОННЫЕ IT-ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: ПУТЬ К УМНЫМ СЕТЯМ И УСТОЙЧИВОМУ БУДУЩЕМУ

В статье рассматриваются современные IT-технологии, применяемые в энергетике для повышения эффективности, надежности и экологичности энергетических систем. Особое внимание уделено концепции умных сетей (Smart Grid), применению искусственного интеллекта, блокчейна, интернета вещей (IoT) и больших данных для мониторинга, управления и прогнозирования энергопотребления. Рассматриваются реальные примеры внедрения технологий и их влияние на развитие отрасли, а также перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: IT-технологии, энергетика, Smart Grid, искусственный интеллект, IoT, блокчейн, большие данные, устойчивое развитие, управление энергией.

Энергетика является основой современного общества, обеспечивая стабильную работу экономики, промышленности и социальной сферы. В то же время традиционные энергетические системы сталкиваются с рядом серьезных вызовов, таких как рост энергопотребления, необходимость сокращения углеродных выбросов и устаревшая инфраструктура. В ответ на эти проблемы современные IT-технологии предлагают инновационные решения, которые позволяют сделать энергетические системы более интеллектуальными, гибкими и экологически устойчивыми.

Одной из самых значительных трансформаций в энергетике стала концепция умных сетей. Smart Grid — это энергетическая система, в которой IT-технологии интегрированы с традиционной инфраструктурой для обеспечения двустороннего обмена данными между производителями и потребителями электроэнергии.

Преимущества Smart Grid:

- Системы мониторинга и управления работают мгновенно, позволяя оперативно реагировать на изменения в сети.
- Оптимизация энергопотребления за счет управления спросом.
- Поддержка возобновляемых источников энергии (ВИЭ): интеграция солнечных и ветровых электростанций.

Например, Германия активно развивает Smart Grid в рамках перехода к возобновляемым источникам энергии. С помощью IoT-устройств, установленных на электростанциях и у потребителей, удается балансировать нагрузки в реальном времени.

Искусственный интеллект (ИИ) революционизирует управление энергосистемами. С помощью алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей энергетические компании могут прогнозировать потребление, выявлять аномалии и оптимизировать процессы.

Применение ИИ:

- Прогнозирование энергопотребления: использование исторических данных для точного планирования.
- Диагностика оборудования: ИИ анализирует состояние инфраструктуры и предсказывает возможные сбои.
- Оптимизация ВИЭ: предсказание погоды для эффективного использования солнечной и ветровой энергии.

Например, компания Google использует ИИ для управления охлаждением своих дата-центров, что позволяет снизить энергозатраты на 40%[1].

Технология Блокчейн открывает новые возможности для децентрализованных систем управления энергией. Он позволяет реализовать модели одноранговой торговли электроэнергией (peer-to-peer energy trading), где пользователи могут продавать избыточную энергию, например, с солнечных панелей.

Преимущества блокчейна:

- Прозрачность: учет операций становится максимально открытым.
- Безопасность: защита данных от несанкционированного доступа.

• Эффективность: устранение посредников и снижение транзакционных издержек.

Например, в Австралии запущен проект Power Ledger, где владельцы солнечных панелей продают избыточную электроэнергию соседям через блокчейн-платформу.

Интернет вещей стал ключевым элементом умных энергосетей. IoT-устройства, такие как интеллектуальные счетчики и сенсоры, собирают данные о потреблении, состоянии оборудования и окружающей среде.

Преимущества IoT:

- Автоматическое управление электроприборами в зависимости от текущих тарифов.
- Контроль за состоянием оборудования и предупреждение аварий.
- Повышение удобства для потребителей.

Например, в Китае миллионы домов оснащены интеллектуальными счетчиками, которые автоматически регулируют энергопотребление в зависимости от времени суток[2].

Энергетика генерирует огромные объемы данных, и их обработка позволяет получать важные инсайты. Аналитические платформы помогают выявлять тренды, прогнозировать спрос и планировать развитие инфраструктуры.

Применение больших данных:

- Оптимизация работы электростанций.
- Умное управление транспортными сетями для минимизации потерь.
- Мониторинг выбросов углекислого газа.

Например, энергетическая компания Enel использует аналитику больших данных для управления электросетями в Италии, что позволило сократить затраты на техническое обслуживание на 25%.

Интеграция IT-технологий в энергетику меняет правила игры, создавая более интеллектуальную, устойчивую и эффективную инфраструктуру. Smart Grid, искусственный интеллект, блокчейн, IoT и большие данные уже доказали свою эффективность и продолжают открывать новые горизонты для отрасли.

Однако для полной реализации потенциала этих технологий требуется преодолеть вызовы: высокие начальные затраты, вопросы кибербезопасности и необходимость подготовки квалифицированных специалистов. Тем не менее, перспективы столь значимы, что инвестиции и усилия в этом направлении более чем оправданы.

Энергетика будущего — это синергия технологий и природы и, несомненно, IT-технологии играют в этом ключевую роль.

Список литературы

1. Мансурова, Т. Г. Интеллектуальные системы как инструмент управления умным городом / Т. Г. Мансурова, Г. Р. Гумерова, К. Р. Лигеева // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 2(139). – С. 490-494. – DOI 10.34925/EIP.2022.139.2.089. – EDN FRYPSM.

2. Приоритетные направления развития концепции «Умный город» / Т. Г. Мансурова, Э. И. Абдуллина, Г. Р. Гумерова, И. И. Хайруллин // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 2(139). – С. 1235-1238. – DOI 10.34925/EIP.2022.139.2.247. – EDN IMBEST.

КУЗЬМИНА ВИОЛЕТТА МИХАЙЛОВНА, к.и.н., доцент
ЛЕВШАКОВА СОФИЯ РОМАНОВНА, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
Kuzmina-violetta@yandex.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ С ГОСУДАРСТВАМИ ЕВРОПЫ И АЗИИ В СФЕРЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Существует два ключевых стимула развивать ВИЭ: зеленая повестка (долгосрочное развитие промышленности при сохранении глобального баланса между развитием технологий и минимизацией техногенного воздействия на окружающую среду) и обеспечение энергетического суверенитета в регионах, где отсутствуют ресурсы для производства ископаемых источников энергии, к которым относят уголь и углеводороды.

Ключевые слова: энергетика, зеленая энергетика, экономика, инвестиции

Ключевыми регионами развития ВИЭ последние 20 лет являлись не обладавшие в 2000 г. энергетическим суверенитетом Азия, Европа и Северная Америка. Но Азия наращивала объемы зеленой выработки значительно быстрее и к 2022 г. достигла уровня 37 ЭДж в год против 16 ЭДж и 14 ЭДж в Европе и Северной Америке. Таким образом, Азия вдвое опередила другие регионы, хотя в 2000 г. объемы генерации за счет ВИЭ в них были примерно одинаковыми.

Основу энергетической мощи России составляют тепловые электростанции, суммарной установленной мощностью 163,1 ГВт. На их долю приходится две трети выработки электрической энергии в стране по состоянию на 2020 г. (сгенерировано электроэнергии 620,6 млрд. кВтч) [1]. Второе место среди отраслей электроэнергетики занимает гидроэнергетика.

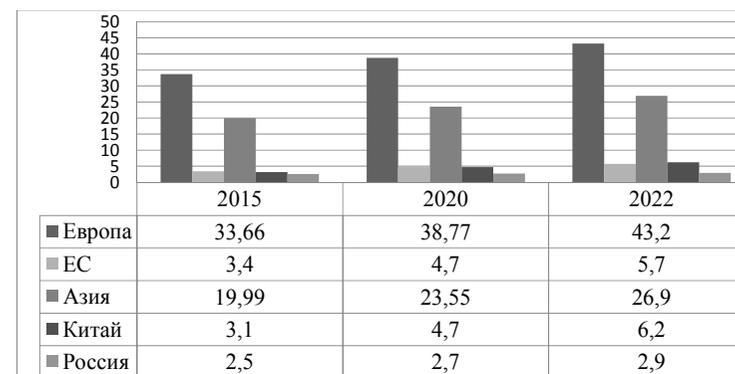


Рисунок 1 – Доля возобновляемых источников энергии в производстве электричества в Европе и Азии за 2000-2020 гг.

На её долю приходится одна пятая часть энергетической мощи страны, что составляет 49,9 ГВт по состоянию на 2020 г. Третьей по установленной мощности, составляющей на начало 2021 года около 29,3 ГВт, отраслью, обеспечивающей государство электрической энергией, является атомная энергетика.

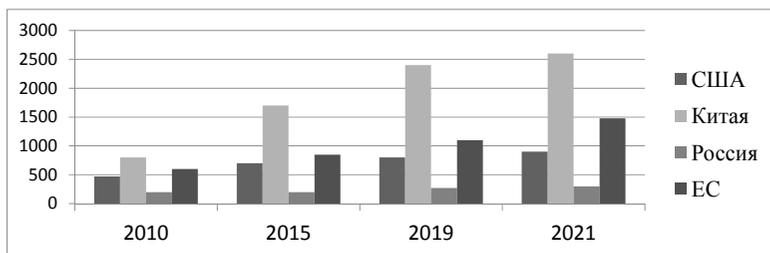


Рисунок 2 – Динамика производства первичной энергии на основе ВИЭ (ТВт·ч) в отдельных странах с 2010 по 2021 годы. Источник: МЭА

В период с 2010 по 2019 год выработка электроэнергии на базе ВИЭ в ЕС увеличилась на 61,5%, в США – на 71,3%. При этом в энергобалансах крупнейших экономик мира преобладают разные типы ВИЭ. Например, в Китае значительную долю в структуре выработки ВИЭ в 2019 году занимали ГЭС (53,2%), в то время как ВЭС и СЭС – 46,8%. В России роль ГЭС (98,6%) еще более масштабна, тогда как доля ветряных и солнечных электростанций, напротив, крайне мала. В то же время в ЕС и США в структуре производства первичной энергии на основе ВИЭ за аналогичный период преобладали ВЭС и СЭС (порядка 70%). Такое распределение обусловлено не только территориальным потенциалом и погодно-климатическими особенностями стран: региональное развитие гидроэнергетики во многом определяется политикой государства ввиду неоднозначной оценки косвенного негативного влияния ГЭС на биосферу [2].

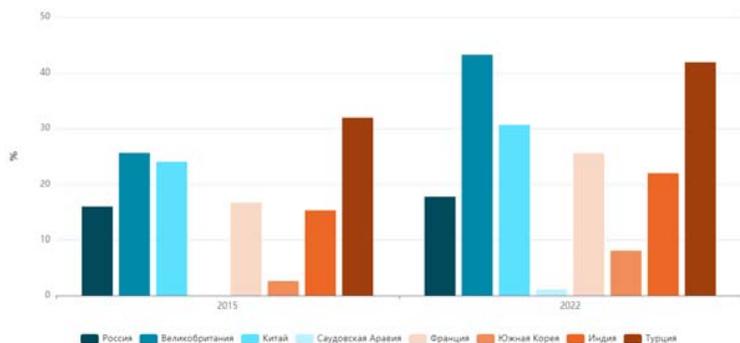


Рисунок 3 – Тенденция роста доли возобновляемых источников энергии в мировом энергетическом балансе за период 2015-2022 гг. в %. Источник: <https://energystats.enerdata.net/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>

В Европе доля выросла на 18 пунктов с 2010 года до 43%, с сильным ростом в Великобритании (+36 пунктов до 43%), Нидерландах (+30 пунктов до 40%), Германии (+27 пунктов до 44%) и Турции (+15 пунктов до 42%). Доля возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе также выросла на 22 пункта до 31% в Австралии, на 14 пунктов в Чили до 55%, на 12 пунктов в США (до 22%), Китае (до 31%), Японии (до 22%) и Таиланде (до 18%) и на 8 пунктов в Южной Африке (до 10%). На 2022 г. странами Европы с относительно большими подтвержденными запасами оставались лишь Великобритания и Норвегия. Но на них приходилось менее 1% от общемировых запасов, или 7% от подтвержденных запасов в России. Аналогичная ситуация наблюдается на рынке природного газа: доля Европы в мировых запасах составляет всего 1,6%. При этом объемы выработки энергии за счет газа сопоставимы с регионами, более богатыми ископаемыми источниками энергии. В среднесрочной перспективе объемы добычи нефти и газа в Европе продолжают падать не только под влиянием зеленой повестки, но и ввиду дальнейшего истощения сырьевых ресурсов.

Благодаря межгосударственным сетевым соединениям страны Азиатско-Тихоокеанского региона разделяют риск перебоев в подаче электроэнергии, а также способствуют более широкому потреблению возобновляемой энергии. С экономической точки зрения такой проект должен быть прибыльным, так как потребует инвестиций со стороны частных компаний и поможет развитию бизнеса. В то же время он имеет и геополитическую составляющую, и реализация этого проекта проложит путь к укреплению политических отношений между Китаем, Россией и Монголией в будущем.

Таким образом, важно продолжать работу по повышению энергетической эффективности и снижению зависимости от ископаемых видов топлива. Развитие ВИЭ поможет диверсифицировать и обезопасить энергетический сектор страны, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу и снизить негативное воздействие на окружающую среду. Внедрение возобновляемых источников энергии в стране создаст новые возможности для инвестиций, поддержит технологический прогресс и привлечет высококвалифицированных специалистов, поэтому это должно рассматриваться как стратегическое направление развития экономики и ключевая задача в энергетической политике страны.

Список литературы

1. Проблемы и перспективы энергетического сотрудничества России со странами Восточной Азии // ЭП. 2023. №10 (189). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-energeticheskogo-sotrudnichestva-rossii-so-stranami-vostochnoy-azii> (дата обращения: 11.11.2024).
2. Переход на зеленый свет. Официальный сайт газеты «Коммерсантъ» [Электронный ресурс] // URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5719186> (дата обращения: 18.11.2024).

КУНШКАЛИЕВА АРИНА КАЙРАТОВНА, студентка
ДОРОШЕНКО СВЕТЛАНА СЕРГЕЕВНА, преподаватель
МЕЛЬНИКОВ ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ, преподаватель, к.х.н., с.н.с.
Профессионально-педагогический колледж
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.
igormelnikov1959@yandex.ru

ИНГИБИТОР КОРРОЗИИ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Аннотация. В работе рассмотрена коррозионная стойкость углеродистой стали марки СтЗсп в водных растворах.

Ключевые слова: коррозия, опора электропередач, ингибитор коррозии.

Наиболее часто для создания простых опор электропередач используется не легированная углеродистая сталь марки СтЗсп. Данный вид стали в большей степени подвержен коррозии по сравнению с остальными видами стали [1-2]. Коррозия металла, по сути, это его разрушение при контакте с кислородом атмосферы и влагой. Часто такие разрушения встречаются в энергетике и других сферах деятельности человека. Слабые кислотные растворы могут значительно ускорять процесс коррозии. То, как себя поведет металлический предмет при контакте с растворами и кислородом воздуха, зависит от его способности пассивироваться. Процесс коррозии металлов в кислых растворах, как правило, приводит к выделению водорода.

В работе проведены исследования влияния бикарбоната натрия и Рофамина Т в качестве ингибитора коррозии на образцы углеродистой стали [3]. Для этого образцы углеродистой стали помещали в дистиллированную воду с ингибитором коррозии и без него на 90 дней при температуре 20-25 °С, рис.1-6.

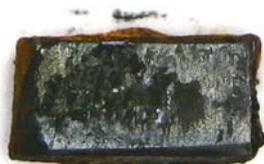


Рис.1 Образец стали СтЗсп (исходный образец)



Рис.2 Образец стали СтЗсп в дистиллированной воде



Рис. 3 Образец стали СтЗсп (исходный образец)



Рис.4 Образец стали СтЗсп в водном растворе бикарбоната натрия (1 %)



Рис. 5 Образец стали СтЗсп (исходный образец)



Рис. 6 Образец стали марки СтЗсп после пребывания в водном растворе Рофамина Т (1%)

Анализ полученных результатов свидетельствует, что углеродистая сталь в значительной степени подвержена процессам коррозии в дистиллированной (дождевой) воде. При незначительном содержании бикарбоната натрия и Рофамина Т (около 1 %) в водном растворе процесс коррозии существенно замедляется или прекращается полностью. Следовательно, можно предположить, что использование защитных покрытий с содержанием бикарбоната натрия и Рофамина Т будет способствовать продлению срока службы простых опор электропередач, произведенных из не легированной углеродистой стали марки СтЗсп.

Список литературы

1. Жевагина Д.А., Ермошин А.Г., Мельников И.Н. Коррозионная активность растворов солей натрия. Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 1-2. С. 64-66.
2. Мизякина Е.Д., Ермошин А.Г., Мельников И.Н. Воздействие растворов кислот на углеродистую сталь. Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 1-2. С. 75-76.
3. Хаврошина Ю.О., Захарченко М.Ю., Мельников И.Н., Пичхидзе С.Я., Кайргалиев Д.В. Октадециламин как ингибитор коррозии в огнетушащих составах Тенденции науки и образования в современном мире. 2016. № 20-4. С. 32-33.

ЛЕВШАКОВА СОФИЯ РОМАНОВНА, студент
КУЗЬМИНА ВИОЛЕТТА МИХАЙЛОВНА, к.и.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
Kuzmina-violetta@yandex.ru

МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО ПЕРЕХОДУ К ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМ ИСТОЧНИКАМ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Используемые статистические данные легли в основу количественного и качественного анализа направлений привлечения ПИИ в страны ЛАКБ, показав неоднородность данного процесса по регионам. Использование ресурсов возобновляемой энергетики позволило отдельным секторам промышленности стать наиболее привлекательными для зарубежных инвестиций, поскольку западные страны предпочитают быть в тренде современной экономики и вкладываться в «зеленые отрасли» экономики и те отрасли, которые используют углеродно-нейтральные технологии.

Ключевые слова: энергетика, зеленая энергетика, ЕС, экономика, инвестиции.

Сельское хозяйство для большинства стран в мире является основой экономики и от развития данного сектора зависит не только благосостояние граждан страны, но и ряд макроэкономических показателей государств, включая внешнеторговые показатели. С учетом прогноза на 2050 год об увеличении населения в мире до 9 млрд человек, продовольственный вопрос становится как ни когда все более актуальным. Подсчитано, что для удовлетворения такого количества населения потребностей в продовольствии понадобится увеличить процесс производства продовольствия на 70%. Численность населения растет, потребности в продовольствии растут, сельхозпроизводство увеличивается и, как следствие, увеличиваются потребности в энергетическом сопровождении процессов в агропродовольственных системах. С этой закономерной тенденцией в развитии человечества особую актуальность приобретает вопрос выбросов CO₂. Ни у кого не вызывает сомнения, что загрязнение окружающей среды в целом влияет и на продукцию сельскохозяйственного сектора, что в конечном итоге отражается на потребителе этой продукции. Поэтому для большинства стран вопрос об использовании чистой энергии является не только насущным, но и производственно необходимым. Вопрос о том, можно ли достичь баланса между такими факторами экономического развития как повышение производительности в сельском хозяйстве, растущий спрос на продовольствие, ухудшение экологии вследствие выбросов CO₂, встал уже на глобальной повестке мирового сообщества в рамках обсуждения Целей Тысячелетия.

Возобновляемые источники энергии можно разделить на множество форм, включая солнечную, ветровую, геотермальную и гидроэнергетическую и т.д. Возобновляемые источники энергии для сельскохозяйственных задач, например, солнечную энергию и энергию ветра, могут использоваться для различных целей, таких как отопление, охлаждение и орошение распылением, а также для устранения выбросов CO₂.

Из-за их землеемкости по сравнению с ископаемыми источниками энергии крупномасштабное внедрение этих возобновляемых источников энергии стал-

квивается с огромными пространственными ограничениями [1]. Для устранения этой напряженности по всему миру появились различные интегративные модели на основе возобновляемых источников энергии, включающие производство чистой энергии и другие отраслевые функции. Солнечная фотоэлектрическая энергия + сельское хозяйство (также называемое агровольтаикой или agrovoltatics) — набор моделей совместного производства солнечной энергии и сельскохозяйственного производства - представляет собой одну из таких интегративных моделей. Несмотря на то, что агровольтаика только зарождается в последние годы, с ней экспериментируют и внедряют по всему миру, особенно в США, Германия, Япония, Франция, Индия, Италия и Китай. К 2021 году в рамках глобальных агровольтаических проектов будет установлено более 14 ГВт солнечных фотоэлектрических установок [1]. Сторонники единодушно рассматривают агровольтаику как жизнеспособную и похвальную форму зеленого развития, которая одновременно материализует производство чистой энергии для смягчения последствий изменения климата и обеспечивает социально-экологические преимущества для местного развития.

С одной стороны, цифровизация может уменьшить загрязнение окружающей среды за счет перехода от традиционного производства электроэнергии к возобновляемым источникам, таким как солнечная и ветровая энергия, создавая тем самым новые возможности для оптимизации использования энергии и повышения энергоэффективности инноваций. Этот сдвиг снижает интенсивность выбросов и обеспечивает дополнительную экономию средств. Интеграция цифровых устройств, таких как интеллектуальные счетчики, интеллектуальные сети, аккумуляторные батареи и технологии накопления энергии, в существующие возобновляемые источники энергии также может повысить эффективность энергосистемы, способствовать снижению затрат на эксплуатацию энергосистемы и поддерживать сохранение экосистемы на протяжении всего цикла производства-потребления [2]

Развитые страны сейчас находятся в поисках новых источников для вложения своих инвестиций, и страны, которые в своих отраслях народного хозяйства используют возобновляемые источники энергии, потенциально становятся привлекательными для последующих инвестиционных вложений. В среднем объем таких инвестиций в развитие технологий производства возобновляемой энергии в страны ЛАКБ составил 61% от общей численности инвестиций в страны. Европейские компании, преимущественно Франции, Италии и Испании, вкладывают свои средства в развитие технологий производства возобновляемой энергии по всему миру, за исключением региона АТР, где обходятся своими внутрирегиональными инвестициями.

Однако внедрение возобновляемых источников энергии приводит к повышению производительности сельского хозяйства и создает новые рабочие места в странах ЕС. Хотя результаты Швеции, Германии и Финляндии оказывают обратное влияние на производительность сельского хозяйства, эти страны в основном полагаются на традиционные источники энергии в сельскохозяйствен-

ном секторе и могут иметь ограниченные инвестиции в внедрение возобновляемых источников энергии [3].

Согласно *OLADE (2020)*, доля глобальных выбросов CO₂ в регионе ЛАК составила около 5,02%, в то время как в других регионах мира этот показатель был значительно выше, чем в регионе ЛАК, за исключением Африки, на долю которой приходится 3,83% глобальных выбросов CO₂ (Азия и Австралия (50,53%), Северная Америка (16,16%), Ближний Восток (6,33%)) [3].

Сравнительно высокая доля возобновляемых источников энергии как в спросе, так и в предложении наряду с низким потреблением энергии на душу населения в относительном выражении по сравнению с другими регионами мира делает регион ЛАК относительно меньшим источником глобальных чистых выбросов CO₂.

С точки зрения спроса регион также характеризуется высокой долей возобновляемых источников энергии в общем объеме потребления энергии (хотя со стороны предложения этот показатель намного выше, чем со стороны спроса). Например, в регионе ЛАК 29% общего потребления энергии приходилось на возобновляемые источники в 2018 году, в то время как во всем мире этот показатель составлял всего 16%.

Сельскохозяйственный сектор является важным источником экономического развития ЕС, поскольку эти регионы считаются крупными поставщиками сельскохозяйственной продукции на рынок. Однако сельскохозяйственный сектор также связан с изменением климата, которое приводит к выбросам парниковых газов, что снижает перспективы обеспечения устойчивости сельскохозяйственного сектора ЕС.

Список литературы

1 “Corporate income taxes and investment incentives: A global review” (2022) // Investment Policy Monitor, Special issue, 8 July [online] .- URL:https://unctad.org/system/files/official-document/diaepcbinf2022d3_en.pdf.

2 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2023) // “Foreign Direct Investment in Figures-OECD”, April [online] // URL:<https://www.oecd.org/investment/investmentnews.htm>.

3 Ignacio Belloc a, José Alberto Molina aAre greenhouse gas emissions converging in Latin America? Implications for environmental policies // *Economic Analysis and Policy* Volume 77, March 2023, Pages 337-356 <https://doi.org/10.1016/j.eap.2022.11.022> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592622002065>

ЛЫСЯКОВ ИЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
e-mail: ilyallysyakov@yandex.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье рассмотрены вопросы обеспечения качества электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий. Проведен анализ основных параметров качества электроэнергии, включая частоту, напряжение, гармонические искажения, и их влияние на стабильность работы оборудования.

Ключевые слова: качество электроэнергии, промышленные предприятия, системы электроснабжения, гармонические искажения, частота, напряжение.

Вопрос обеспечения качества электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий представляет собой одну из ключевых проблем современной энергетики, оказывая существенное влияние на стабильность производственных процессов, экономическую эффективность и безопасность эксплуатации оборудования. В условиях возрастающей зависимости промышленных объектов от сложных электрических систем и автоматизированного оборудования любые нарушения качества электроэнергии могут привести к значительным финансовым потерям, выходу из строя дорогостоящих устройств и снижению общей производительности.

Современные промышленные предприятия, интегрирующие в свои процессы высокотехнологичные системы управления, требуют от энергоснабжения высокой степени надежности и точности параметров. Однако в реальных условиях энергетические системы сталкиваются с многочисленными вызовами, включая нестабильность напряжения, наличие гармонических искажений, перепады частоты и отклонения от номинальных параметров. Учитывая эти факторы, становится очевидной необходимость системного подхода к изучению, контролю и повышению качества электроэнергии.

Актуальность данной темы обусловлена не только растущими требованиями промышленности, но и динамично изменяющимися условиями функционирования энергосистем, которые все чаще включают в себя децентрализованные источники энергии, такие как возобновляемые энергетические установки. Их подключение, сопровождаемое изменением характера нагрузок, усиливает вероятность возникновения различных видов нарушений, что требует новых подходов к диагностике и предотвращению последствий ухудшения качества электроэнергии.

Целью данного исследования является анализ ключевых аспектов обеспечения качества электроэнергии в системах электроснабжения промышленных объектов, выявление факторов, влияющих на параметры электрической энергии, а также разработка рекомендаций по применению эффективных технических решений для минимизации негативных последствий.

Исследование данной проблемы имеет не только теоретическое, но и практическое значение, способствуя созданию эффективных систем управления энергией, минимизации рисков аварийности и оптимизации энергопотребления в условиях роста технологической сложности промышленных процессов.

Качество электроэнергии является фундаментальной характеристикой электрической системы, определяющей её способность обеспечивать надежное и эффективное функционирование оборудования, потребляющего электрическую энергию. Понятие качества электроэнергии охватывает совокупность параметров электрического тока и напряжения, соответствие которых установленным нормативам позволяет гарантировать безопасность эксплуатации электрических устройств, минимизируя риски отказов и повреждений. Основные параметры качества электроэнергии представлены на рисунке 1.

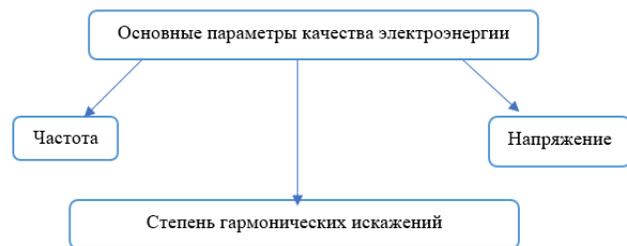


Рисунок 1 – Параметры качества электроэнергии

Частота переменного тока в большинстве энергетических систем поддерживается на уровне 50 или 60 Гц в зависимости от региона, и даже небольшие её отклонения могут вызывать нарушения в работе синхронных машин, а также систем управления, чувствительных к частоте. Напряжение, характеризующее амплитуду сигнала, должно соответствовать заданным значениям в рамках допустимых пределов; резкие изменения, такие как провалы, всплески или отклонения от номинального уровня, могут приводить к сбоям в работе промышленного оборудования и выходу из строя его отдельных компонентов.

Форма электрического сигнала, идеализированная в виде синусоиды, на практике часто испытывает искажения, вызванные влиянием нелинейных нагрузок. Гармонические составляющие, возникающие при таких искажениях, негативно воздействуют на системы электроснабжения, повышая уровни тепловых потерь, вызывая дополнительную нагрузку на трансформаторы и генераторы, а также ухудшая электромагнитную совместимость. Современные промышленные предприятия, используя большое количество преобразователей частоты, источников бесперебойного питания и других устройств на основе силовой электроники, способствуют увеличению доли таких искажений в энергосистеме.

Нормативные документы, регулирующие параметры качества электроэнергии, играют важную роль в поддержании стабильности энергетической инфраструктуры. В России данный вопрос регламентируется ГОСТ 32144-2013, устанавливающим предельно допустимые отклонения параметров электрической энергии в распределительных сетях общего назначения. Международные стандарты, такие как серия IEC 61000, дополняют национальные подходы, обеспе-

чивая унификацию требований для различных регионов и облегчая интеграцию международных проектов.

Последствия несоблюдения стандартов качества электроэнергии зачастую проявляются в значительных экономических убытках, связанных с простоем производства, повреждением дорогостоящего оборудования и увеличением затрат на ремонт. Кроме того, ухудшение качества электроэнергии способствует повышению износа электрической инфраструктуры, включая кабельные линии, трансформаторы и системы распределения.

Одной из ключевых особенностей обеспечения качества электроэнергии является необходимость постоянного мониторинга её параметров. Использование цифровых технологий и интеллектуальных систем управления позволяет своевременно выявлять отклонения и принимать корректирующие меры. Применяя устройства контроля, оснащенные функцией анализа гармонического состава, можно точно определять источник искажения, разрабатывая индивидуальные решения для каждого объекта.

Качество электроэнергии в промышленных системах электроснабжения зависит от множества факторов, которые, взаимодействуя между собой, могут приводить к ухудшению параметров электрической энергии и возникновению отклонений от установленных стандартов. Эти факторы условно разделяются на внешние, связанные с работой энергосистемы общего пользования, и внутренние, возникающие внутри предприятия вследствие особенностей его нагрузки и оборудования.

Энергосистема общего пользования, обеспечивая распределение электроэнергии от генераторов к потребителям, часто становится источником нарушений, вызванных как естественными процессами, так и техногенными факторами. Среди наиболее значимых причин можно выделить:

Системы передачи электроэнергии, испытывая высокую нагрузку в часы пикового потребления, часто сталкиваются с провалами напряжения. Это явление, проявляющееся в кратковременных понижениях уровня напряжения ниже номинального значения, становится критичным для производственных процессов, требующих стабильной работы оборудования.

Атмосферные явления, такие как грозы, сильные ветры и обледенения, нарушают стабильность работы линий электропередачи, вызывая короткие замыкания, повреждения проводов и снижение надёжности снабжения. Эти явления сопровождаются скачками напряжения и всплесками токов, которые могут нарушать работу чувствительных устройств.

Нередко энергокомпании не обеспечивают строгого соблюдения нормативов качества, что особенно характерно для удалённых или малообеспеченных регионов. Проблемы в эксплуатации сетей, вызванные износом оборудования, недостаточным финансированием ремонтных работ или устаревшими технологиями управления, также вносят свой вклад в ухудшение качества.

На уровне самого предприятия основной причиной отклонений в параметрах электроэнергии является специфический характер промышленной нагрузки,

включающей множество энергоемких и нелинейных потребителей. Важнейшие внутренние источники проблем включают:

Промышленные двигатели и компрессоры, которые запускаются при значительных токах пуска, создают резкие скачки напряжения. Кроме того, их работа может сопровождаться реактивной мощностью, что вызывает искажения параметров в сети и увеличивает нагрузку на компенсирующие устройства.

Устройства с нелинейной характеристикой, такие как инверторы, выпрямители и преобразователи частоты, формируют гармонические искажения. Эти искажения, распространяясь по сети, влияют на другие устройства, вызывая перегрев трансформаторов и электродвигателей, а также снижая точность работы чувствительных приборов.

Проблемы с заземлением, вызванные коррозией или механическими повреждениями кабелей, приводят к появлению токов утечки, которые создают опасные условия эксплуатации. Нарушение соединений в распределительных шкафах, вследствие слабого контакта или перегрузок, вызывает локальное повышение сопротивления, что приводит к перегреву и вероятности аварий.

Долговременная эксплуатация кабелей, трансформаторов и других элементов системы без должного обслуживания приводит к повышению вероятности пробоев, перегрева и других технических проблем, которые ухудшают параметры электрической энергии.

Источники проблем качества электроэнергии в промышленных системах являются комплексным явлением, обусловленным как внешними, так и внутренними факторами. Систематизация позволит разработать целенаправленные меры по минимизации негативных последствий, для обеспечения устойчивости и эффективности современных предприятий.

Список литературы

1. Правила электроустановок (шестое и седьмое издание): ПУЭ. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2011. – 465 с.
2. Савина, Н.В. Качество электроэнергии: учебное пособие / Н.В. Савина.- Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2014. – 182 с.
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
4. Цапенко, А.В. Системы мониторинга качества электрической энергии. Проблемы и пути контроля и управления качеством электрической энергии. Проблемы и пути контроля и управления качеством электрической энергии в электроэнергетике / А.В. Цапенко, В.А. Тухас // Электронный журнал «Энеросовет». – 2007. – №2. – С. 1 – 2.
5. Дубицкий, М.А. Качество электрической энергии / М.А. Дубицкий, Е.А. Сухарева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – №4. С. 152 – 157.
6. Железко, Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов / Ю.С. Железко. - М.: ЭНАС, 2009. - 456 с.
7. Журовский, А. М. Гармоники в электрических сетях: задачи и решения / А. М. Журовский, Е. В. Иванова, А. А. Сидоренко ; под ред. А. А. Руппель. — Омск : ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО НГАВТ, 2009. — 119 с.
8. Сапронов, А. А. Некачественная электроэнергия - дополнительная составляющая коммерческих потерь энергопредприятия. Современные энергетические системы и комплексы и

управление ими: сборник докладов /А.А. Сапронов. - Новочеркасск, 2006. - С. 123.

9. Соколова, В. Н. Качество электрической энергии: проблемы оценки и сертификация: монография / В.Н. Соколова. - Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. - 256 с.

10. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов и др.; под ред. Ю. В. Шарова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2006. - 354 с.

11. Савина Н.В. Качество электроэнергии: Методические указания для самостоятельной работы студентов / Н.В. Савина. - Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2014. – 45 с.

12. Мышковец Е.М. Анализ обобщенных характеристик электрических сетей 0,38 – 10 кВ РЭС // Наука– образованию, производству, экономике: материалы 12-й науч.-техн.конф. / БНТУ. – Мн.: БНТУ, 2014 – Т. 1 – С.70 – 71.

МАРКЕВИЧ АНЖЕЛИКА ИОАННА ГИАЦИНТОВНА, студент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
angelika.markiewicz@mail.ru

КУЗЬМИНА ВИОЛЕТТА МИХАЙЛОВНА, к.и.н., доцент

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
kuzmina-violetta@yandex.ru

СОТРУДНИЧЕСТВО ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА СО СТРАНАМИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье анализируются перспективы и тенденции энергетического сотрудничества между Европейским Союзом и странами Центральной Азии в контексте инициативы «Глобальные ворота». Рассматриваются ключевые проекты, вызовы и возможности для обеспечения энергетической безопасности, устойчивого развития и диверсификации источников энергии.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, Европейский союз, Центральная Азия, Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Азербайджан, сотрудничество, стратегическое партнерство.

В последние десятилетия страны Центральной Азии становятся все более важными участниками глобального энергетического рынка благодаря своим богатым запасам углеводородов. Инициатива «Глобальные ворота» (Global Gateway), выдвинутая Европейским союзом, направлена на укрепление энергетического сотрудничества с регионами, неотъемлемыми для обеспечения энергетической безопасности Европы [1].

Центральная Азия, обладая значительными запасами нефти и газа, представляет собой стратегически важный регион для Европейского союза, стремящегося к диверсификации своих энергетических источников и уменьшению зависимости от традиционных поставщиков. В контексте глобальных изменений климата и необходимости перехода к устойчивым энергетическим системам, сотрудничество с Центральной Азией становится ключевым элементом в стратегиях ЕС по обеспечению энергетической безопасности и устойчивого развития.

Кроме того, государства региона также активно развивают альтернативные источники энергии, такие как солнечная и ветряная энергия, что соответствует глобальным трендам по переходу на устойчивые энергетические системы [2].

Инициатива «Глобальные ворота» ЕС была запущена с целью создания более тесных связей между странами Европы и Азии, улучшения транспортной и энергетической инфраструктуры, а также поддержки устойчивого развития. В рамках этой инициативы особое внимание уделяется энергетическим проектам, которые могут предоставить альтернативные маршруты для импорта углеводородов в Европу.

Основные цели инициативы включают:

- иверсификацию источников и маршрутов поставок энергии для ЕС;
- увеличение объемов торговли энергетическими ресурсами с Центральной Азией;
- создание устойчивой энергетической инфраструктуры в Европе и Центральной Азии [1].

Европейский банк реконструкции и развития (EBRD) и ЕС провели исследование в Центральной Азии в рамках «Глобальных ворот» с целью выявления проектов по устойчивым видам транспорта. Исследование преследовало две основные цели: выявление наиболее устойчивых транспортных коридоров, соединяющих страны Центральной Азии с трансъвропейской транспортной сетью Европейского союза, и планирование действий по развитию этих транспортных коридоров, включая действия, направленные на инвестиции в инфраструктуру и необходимые благоприятные условия.

Одним из ключевых проектов, направленных на реализацию данных целей, является проект Транскаспийского газопровода, который предполагает транспортировку туркменского газа в Европу через Казахстан и Азербайджан [3]. Проект не только поможет обеспечить дополнительный поток газа в Европу, но и станет отправной точкой к интеграции энергетических рынков Европы и Центральной Азии.

Важным шагом стали подписанные соглашения о сотрудничестве между ЕС и Центральной Азией, направленные на развитие устойчивых энергетических технологий, поддержку проектов в области возобновляемых источников энергии и улучшение энергетической инфраструктуры [4].

Успешная реализация проекта «Глобальные ворота» позволит Европейскому союзу снизить зависимость от традиционных поставщиков и укрепить энергетическую безопасность в регионе. Также предполагается создание дополнительных маршрутов для импорта углеводородов.

Странам Центральной Азии инициатива поможет привлечь западные технологии и инвестиции в энергетические проекты. Строительство новых газопроводов обеспечит улучшение транспортной и энергетической инфраструктуры внутри региона.

ЕС предоставляет финансовую поддержку и доступ к технологиям, необходимым для модернизации энергетической инфраструктуры в Центральной Азии. Это сотрудничество может включать в себя создание новых проектов по

добыче и переработке углеводородов, а также установку современных систем для сбора и анализа данных [5].

Несмотря на очевидные преимущества, энергетическое сотрудничество между ЕС и Центральной Азией сталкивается с рядом вызовов:

- необходимость в значительных инвестициях для модернизации и строительства новых инфраструктурных объектов;
- потребность в разработке устойчивых и экологически чистых решений для использования энергетических ресурсов;
- существующие конфликты и нестабильность в регионе, которые могут угрожать энергетическим проектам [6].

Энергетическое сотрудничество между Европейским союзом и Центральной Азией в рамках инициативы «Глобальные ворота» открывает новые возможности для обеих сторон. Страны Центральной Азии могут воспользоваться своей энергетической мощностью, а ЕС – диверсифицировать свои источники энергообеспечения. Несмотря на существующие вызовы, потенциал для углубления сотрудничества и реализации совместных проектов в области энергетики остается значительным. Необходимо продолжать работать над формированием стабильной и устойчивой энергетической политики, которая будет способствовать как экономическому развитию, так и соблюдению экологических стандартов.

Список литературы

1. Melnikova, Ju. Connectivity Competition: The EU's Global Gateway Initiative: Working Paper RIAC № 84/2023 / Ju. Melnikova, G. Famigli. – Moscow: Russian International Affairs Council, 2023. – 60 p.
2. Милокова, М. А. Возобновляемые источники энергии: международно-правовые механизмы сотрудничества государств-членов ЕС / М. А. Милокова // Московский журнал международного права. – 2022. – № 3. – С. 68-88.
3. Мұратова, М. М. Қазақстан мен Еуропалық Одақ арасындағы Транскаспий тасымал бағытының бүгінгі жайы мен әлеуеті / М. М. Мұратова, Ж. М. Медеубаева, А. Тугаев // Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Серия: Политические науки. Регионоведение. Востоковедение. Тюркология. – 2023. – №. 1(142). – Р. 84-93.
4. Закон РК от 25 марта 2016 года № 475-V ЗРК «О ратификации Соглашения о расширенном партнерстве и сотрудничестве между Республикой Казахстан, с одной стороны, и Европейским Союзом и его государствами-членами, с другой стороны» [Электронды ресурс] // Информационно-правовая система нормативных правовых актов РК. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1600000475> (дата обращения: 16.11.2024).
5. Арбатова, Н. К. Станет ли Европейский союз мировым центром силы? / Н. К. Арбатова // Мировая экономика и международные отношения. – 2020. – Т. 64, № 6. – С. 51-65.
6. Медведев, Н. П. СНГ: проблемы постсоветской реинтеграции / Н. П. Медведев // Евразийский Союз: вопросы международных отношений. – 2015. – № 1-2(10-11). – С. 148-155.

УДК 004.89

МИШИН ИЛЬЯ ОЛЕГОВИЧ, аспирант
СВИНУХОВ ПАВЕЛ МИХАЙЛОВИЧ, магистрант
БРУСЕНЦЕВ НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
mishin.ilya46@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

В статье проведен обзор в области внедрения передовых технологий, особенно компьютерного зрения в производственные процессы. Подчеркивается роль компьютерного в улучшении качества, автоматизации и эффективности промышленных операций. Рассмотрены возможности применения компьютерного зрения в электроэнергетике и обусловлена связь между искусственным интеллектом и компьютерным зрением. Особое внимание уделяется архитектурам сверточных нейронных сетей в контексте классификации, детекции и сегментации объектов на изображениях.

Ключевые слова: компьютерное зрение, промышленность, электроэнергетика, искусственный интеллект, нейронные сети, обработка изображений, промышленная автоматизация.

Внедрение передовых технологий играет важную роль в улучшении производственных процессов, представляя собой значительный шаг в промышленном секторе. Компьютерное зрение (КЗ) становится ключевым фактором этого технологического прогресса, обладая широким спектром применения и значительным воздействием на различные аспекты промышленных операций. Эта технология не просто улучшает существующие процессы, а изменяет подход к контролю качества, автоматизации и эффективности работы в промышленных средах. Использование КЗ позволяет оптимизировать процессы и стимулирует инновации, способные устанавливать новые стандарты в промышленности [1].

Применение КЗ в электроэнергетике актуально во многих аспектах: от мониторинга состояния оборудования и обнаружения дефектов до автоматизации процессов контроля и диагностики. Эта технология способствует повышению эффективности обслуживания, оптимизации управления энергосистемами, обеспечению безопасности объектов и прогнозированию спроса на энергию. Развитие систем КЗ в энергетике открывает новые возможности для улучшения стабильности работы энергосистем и рационального использования энергетических ресурсов [2].

Искусственный интеллект (ИИ) и КЗ — тесно связанные области компьютерной науки, занимающиеся разработкой алгоритмов и систем, которые позволяют машинам выполнять задачи, обычно требующие человеческого интеллекта. Наличие КЗ показывает, что технология ИИ приближается к человеческой модели. Зрение человека позволяет ему иметь больше информации об окружающей среде. Человек видит и анализирует, учится и применяет. Тот факт, что технологии на основе ИИ обладают этой способностью, ускоряет развитие этих технологий и, что самое главное, помогает процессу принятия решений человеком, что является одной из основных целей ИИ [3].

Искусственный интеллект (ИИ) за последнее десятилетие продемонстрировал значительные успехи, и одним из заметных прорывов является глубокое обучение. Проявление приложений, интегрированных с ИИ на основе подходов

машинного обучения (МО) и глубокого обучения (ГО), можно наблюдать в различных областях: от производства [4] и возобновляемой энергии до безопасности [5] и здравоохранения [6]. Хотя традиционные подходы МО и ГО подходят для числовых и текстовых данных из-за их структурированной природы и установленных методов предварительной обработки, они не являются стандартным выбором для приложений на основе изображений из-за их высокой размерности и сложных пространственных иерархий, требующих специализированной обработки [7]. Изображения могут содержать миллионы пикселей, что делает пространство признаков значительно более обширным, и выявление значимых закономерностей требует понимания пространственных отношений и локальных характеристик, которых традиционные алгоритмы не могут достичь. Среди различных подмоделей ИИ, КЗ занимает лидирующие позиции, когда речь идет о практическом применении ИИ в корпоративном мире. Имитируя способность визуального восприятия человека, КЗ предоставляет компьютерам искусственное визуальное восприятие, позволяя им воспринимать объекты в физической среде и предлагать соответствующие действия.

Моделирование систем КЗ требует архитектурного проектирования и разработки алгоритмов, способных воспринимать, анализировать, понимать и классифицировать данные в соответствии с требованиями приложения. Исследователи выделяют три отдельных междоменных области в КЗ: (1) классификация изображений для определения наличия конкретного объекта на изображении; (2) детекция объектов для определения нескольких объектов с деталями о расположении каждого объекта; и (3) сегментация объекта(ов) интереса на уровне пикселей в одном изображении или видеопотоке. До появления глубокого обучения, на протяжении нескольких десятилетий исследователи сосредотачивались на общем восприятии объектов через традиционные техники обработки изображений, а именно на созданных вручную описаниях характеристик объекта, хотя с ограниченным успехом из-за сложной природы и высоких вариаций, присущих даже самым обычным объектам. Успех искусственных нейронных сетей (ИНС), обученных на больших объемах данных без необходимости ручного создания особенностей, продемонстрировал перспективы в области КЗ. За счет применения ИНС можно использовать большие наборы данных, содержащие миллионы изображений, в обучении сверточных нейронных сетей (СНС), варианта ИНС, способного к улучшенному восприятию, обеспечивающего лучшую визуальную производительность, устойчивость к вариациям и без необходимости использования ручных описаний особенностей. СНС получили широкое применение в области визионных приложений. При поддержке больших обучающих наборов данных они фокусируются на преобразовании высокоразмерных входных данных в низкоразмерные, но очень абстрагированные, семантические выходы для точной классификации.

СНС состоит из разных видов слоев: сверточные (convolutional) слои, субдискретизирующие (subsampling, подвыборка) слои и слои «обычной» нейронной сети (НС) – перцептрона, в соответствии с рисунком 1. Первые два типа слоев

(convolutional, subsampling), чередуясь между собой, формируют входной вектор признаков для многослойного персептрона.

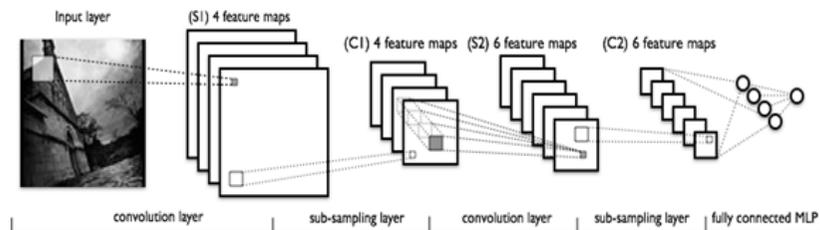


Рисунок 1 – Архитектура сверточной нейронной сети

Классификация изображений в контексте КЗ относится к способности компьютера/системы воспринимать присутствие определенного объекта на данном изображении. До появления архитектур, основанных на СНС, исследования по классификации изображений были сосредоточены на разработке масштабно-инвариантных дескрипторов признаков (SIFT, GIST и HOG), представлений признаков (ядро Фишера) и классификаторов (SVM), которые не позволяют обобщать естественные вариации, такие как сложный фон, интенсивность света, ориентация, различные цвета и окклюзии [8].

Прорыв был достигнут во время соревнования IMAGENET Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) в 2012 году, когда была представлена архитектура AlexNet [9], продемонстрировавшая эффективность и надежность СНС в проектировании и классификации признаков по сравнению с традиционными подходами. В ней успешно реализована функция активации ReLu, математически более простая по сравнению с предшествующими Sigmoid и TanH.

В области КЗ, помимо AlexNet, распространенными являются еще несколько архитектур. VGGNet характеризуется сверточными слоями 3x3 и максимальными пулингами, создавая глубокие сети с относительно простой структурой. GoogLeNet, также известная как Inception, выделяется модулями Inception, которые эффективно извлекают признаки на разных уровнях абстракции. ResNet, известная своей способностью обучаться глубоким сетям благодаря блокам с остаточным соединением, позволяющим избежать затухания градиентов. MobileNet, оптимизированная для мобильных и ресурсно-ограниченных платформ, представляет собой легкую СНС, эффективную на устройствах с ограниченными ресурсами. Каждая из этих архитектур имеет свои уникальные особенности и пригодна для различных задач в области КЗ. Например, VGGNet может хорошо подходить для задач, где важна глубина сети, в то время как MobileNet предпочтителен для задач с ограниченными вычислительными ресурсами.

Двухэтапные СНС широко применяются в области КЗ. Этот тип СНС часто используется для выполнения сложных задач анализа изображений, где требуется более глубокое понимание иерархических признаков объектов на изображениях. Основное преимущество двухступенчатых СНС заключается в их спо-

собности выполнения более сложных задач распознавания объектов на изображениях. Первый этап (детектирование) обычно отвечает за выявление потенциальных объектов на изображении, а второй этап (классификация) используется для определения, к каким классам принадлежат обнаруженные объекты. Например, модели Faster R-CNN и Mask RCNN используют двухступенчатый подход для обнаружения и классификации объектов на изображениях. Эти системы успешно применяются в различных задачах КЗ, включая обнаружение объектов, анализ сцен и автоматизацию процессов визуального распознавания [10].

Однако с развитием глубокого обучения и более сложных архитектур СНС, таких как СНС симметричного кодирования и глубокие СНС, стремятся к уменьшению сложности и повышению эффективности, что может делать двухэтапные подходы менее популярными и менее эффективными по сравнению с современными одноэтапными моделями, такими как сети типа YOLO (You Only Look Once). Концепция работы алгоритма заключается в одновременном применении обнаружения и классификации, минимизации сложности путем использования СНС с единственным прямым проходом через изображение. Ключевым преимуществом данной архитектуры является высокая скорость в сравнении с такими системами, как R-CNN. YOLO конвертирует задачу обнаружения объектов в задачу регрессии, переходя от пикселей к координатам рамок и вероятностям классов. Так, одна СНС предсказывает несколько рамок и вероятности классов в этих рамках. Для улучшения предсказания рамок YOLO использует якорные рамки, предопределяя две разные формы рамок, что позволяет делать два предсказания на основе этих якорных рамок [11].

Общая архитектура модели YOLO включает базовую СНС для классификации изображения и два полносвязных слоя (fully connected) для создания предсказаний относительно ограничивающих рамок объектов (bounding boxes) и вероятностей принадлежности к определенным классам (рисунок 2) [12].

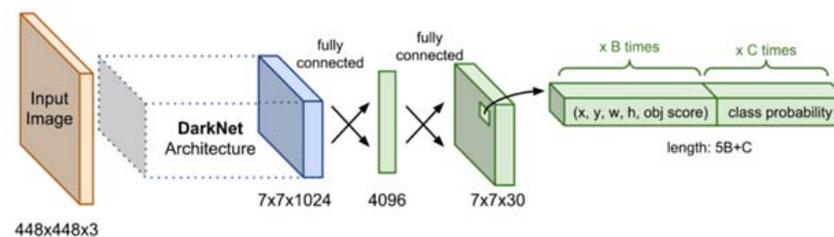


Рисунок 2 - Общая модель архитектуры YOLO

Модель Faster R-CNN, основанная на алгоритме region-proposal-function, представляет собой эффективное решение среди двухэтапных СНС. Процесс работы алгоритма включает в себя передачу исходного изображения в СНС для формирования карты признаков, последующее создание областей интереса, преобразование вектора признаков интересующей области и уточнение ее гра-

ниц с помощью модели регрессии по ограничивающим рамкам, а также классификацию объектов на изображении. Несмотря на свою эффективность, Faster R-CNN обладает двумя недостатками, включая фокус на отдельных регионах вместо всего изображения и относительно медленную скорость обработки. В отличие от этого подхода, архитектура YOLO, относящаяся к одноэтапным моделям, в которых поиск регионов с объектами и их классификация происходят одновременно, таких недостатков не имеет.

Применение КЗ в области электроэнергетики открывает новые перспективы, включая мониторинг оборудования, автоматизацию процессов контроля и диагностики, оптимизацию управления энергосистемами, а также обеспечение безопасности объектов и прогнозирования спроса на энергию. Архитектуры НС, особенно СНС, играют ключевую роль в обработке изображений, классификации, детекции и сегментации объектов на изображениях. Применение современных методов ГО, таких как архитектуры типа YOLO и Faster R-CNN, значительно повышает эффективность и точность обнаружения объектов. Дальнейшее развитие и интеграция КЗ с ИИ способствуют развитию области автоматизации, повышению стандартов качества и безопасности в промышленности и электроэнергетике. Развитие технологий на основе КЗ открывает новые возможности для оптимизации процессов, стимулирует инновации и способствует созданию современных и эффективных систем управления и контроля в промышленном секторе.

Список литературы

1. Medina, Adán & Ponce, Pedro. (2024). Learning Manufacturing Computer Vision Systems Using Tiny YOLOv4. *Frontiers in Robotics and AI*. 11. 10.3389/frobt.2024.1331249
2. Suma, K. & Patil, Preeti & Sunitha, Gurram & Mantri, Vijaykumar & Kale, Navnath. (2024). Computer Vision and Its Intelligence in Industry 4.0. 10.4018/979-8-3693-5271-7.ch007.
3. Khang, Alex & Misra, Anuradha & Abdullayev, Vugar & Litvinova, Eugenia. (2024). Machine Vision and Industrial Robotics in Manufacturing: Approaches, Technologies, and Applications. 10.1201/9781003438137.
4. Добрица, В. П. Нейросетевые технологии в идентификации свойств сплавов / В. П. Добрица, Е. А. Кулешова // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2016. – Т. 14, № 10. – С. 70-72.
5. Реализация системы обнаружения вторжений с использованием нейронной сети / Е. А. Кулешова, А. Л. Марухленко, М. О. Таныгин [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – № 3(63). – С. 54-63. – DOI 10.54398/20741707_2023_3_54.
6. Алгоритмы мониторинга эффективности терапевтических и реабилитационных процедур по показателям клинического анализа крови в системе поддержки принятия врачебных решений / А. В. Бутусов, А. В. Киселев, Е. В. Петрунина [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 170-190. – DOI 10.21869/2223-1536-2023-13-1-170-190.
7. Системы искусственного интеллекта / В. П. Добрица, Е. А. Титенко, Ю. А. Халин, А. В. Киселев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 143 с.
8. Hussain, Muhammad. (2024). Sustainable Machine Vision for Industry 4.0: A Comprehensive Review of Convolutional Neural Networks and Hardware Accelerators in Computer Vision. *AI*. 5. 10.3390/ai5030064.

9. Krizhevsky, A.; Sutskever, I.; Hinton, G. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Proceedings of the Advances in Neural Information Processing Systems*, Lake Tahoe, NV, USA, 3–6 December 2012; pp. 1097–1105.

10. Киселев, А. В. Анализ эффективности применения двухэтапных нейросетевых моделей для раннего обнаружения лесных пожаров / А. В. Киселев, Н. С. Брусенцев, Е. А. Кулешова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 8-23. – DOI 10.21869/2223-1536-2024-14-1-8-23.

11. Брусенцев, Н. С. Интеллектуальная система для обнаружения возгораний и пожаров / Н. С. Брусенцев, А. В. Киселев // Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. В 2-х томах, Пенза, 30 октября – 03 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный технологический университет, 2023. – С. 17-19.

12. Дзюба, В. А. Исследование алгоритмов и методов обнаружения и распознавания на основе нейросетевых систем / В. А. Дзюба // Современные научные исследования и инновации. – 2021. – № 12(128).

МОДЕНОВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ, генеральный директор
ООО «ГМС»

КУН КИРИЛЛ БОРИСОВИЧ, генеральный директор ООО «ГЦР»
ЦОЙ ЕВГЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, старший преподаватель ФГБОУ ВО
«ГГПУ им. Л.Н. Толстого»
ООО «Тульские мехатронные системы» г. Тула, Россия
tmstula71@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В последнее время на энергетическую отрасль сильно оказывают влияние цифровых технологий.

В данной статье рассмотрен процесс выполнения работ по разработке микропроцессорной системы управления для управления бесколлекторными инновационными двигателями.

В процессе выполнения работы использовались современные подходы к численному моделированию с применением программ и программных комплексы, таких как: Matlab, Proteus, Altium Designer.

Полученные результаты позволили сделать предварительный вывод о возможности использования разработанной модели контроллера для управления бесколлекторными инновационными двигателями.

Ключевые слова: замкнутая система управления, управление бесколлекторными двигателями, контроллер, плата управления, силовая плата.

Введение. Использование цифровых технологий в энергетической отрасли положительно сказывается на её развитии. IT-технологии применяются как на этапе проектировки энергетических систем, так и в самих системах

Цель работы – разработка электрических принципиальных схем системы управления на базе микроконтроллера для управления инновационным бесколлекторным электродвигателем, а также моделирование работы контроллера.

Основные используемые понятия. В общем виде систему управления можно представить состоящей из двух подсистем управляющей (субъекта или органа управления) и управляемой (объекта управления), которые связаны между собой информационными потоками [1].

Противоречие между субъектом и объектом является движущим началом управления и составляет его сущность.

Система управления – совокупность устойчивых связей объекта и субъекта управления организации, реализованных в конкретных организационных формах; это система, в которой реализуются функции управления.

Система, в которой для формирования управляющих воздействий используется информация о значении управляемых величин, называется замкнутой системой управления (рис. 1)

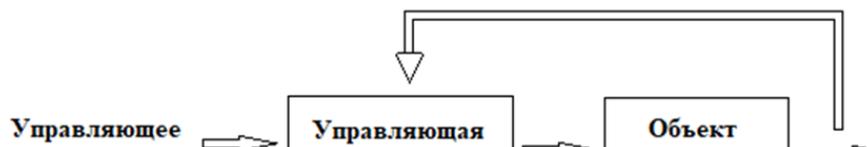


Рисунок 1 - Замкнутая система управления

В настоящее время широко применяются дискретные системы, в связи с использованием цифровых технологий. При работе дискретной системе, происходит работа по «точкам» во времени сигналы работы системы не являются постоянными и линейными (рис. 2).

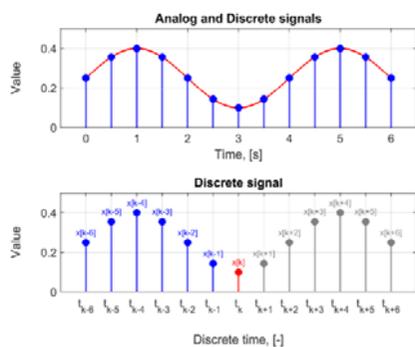


Рисунок 2 - Сравнение линейных и цифровых систем

При создании дискретной системы, важными фактором управляющей системы является шаг дискретизации. От шага дискретизации зависит плавность, устойчивость системы, скорость обработки сигналов, скорость выборок АЦП [2].

Структурная схема контроллера. В связи с развитием инновационных технологий в энергетике, для управления различными процессами используют цифровые технологии. При разработке структурной схемы учитывались современные тенденции в части цифровизации систем контроля и управления.

В состав структурной схемы замкнутой дискретной системы управления были включены следующие блоки:

1) Блок микроконтроллера STM32H743VIT6. Данный элемент будет выполнять роль центрального процесса на плате контроллера.

2) Блок вход АЦП. Нужен для преобразования аналогового уровня сигнала в двоичный код. Может использоваться для некоторых аналоговых датчиков или организации обратной связи. Также выполняет роль вольтметра и амперметра для контроля напряжения АКБ и потребляемого тока.

3) Блок CAN (MCP2551). Используется для организации CAN-интерфейса с целью подключения дополнительных модулей, работающих на данной шине с защитой аппаратной работы.

4) Блок выход UART. Через него могут работать такие внешние модули, например, как модуль радиуправления и передатчик сигнала о состоянии системы.

5) Блок выход I2C. Применяется для подключения внешних модулей-датчиков.

6) Блок выход SPI. Предназначен для подключения внешних устройств.

7) Блок USB. Необходим для передачи данных с ПК.

8) Блок согласования напряжений. Требуется для согласования питающего напряжения с ПК.

9) Блок SDIO (слот SD-карты). Используется для записи телеметрии.

10) Блок ШИМ-выходы. Они используются для управления ходовыми двигателями, сервоприводами и прочим.

11) Блок усилителя уровня сигнала служит для увеличения разности дифференциального сигнала, полученного с токового датчика (шунта) с последующей подачей его на АЦП микроконтроллера.

12) Блоки DC-DC преобразователей. Требуется для преобразования входного питающего напряжения в подходящие для каждого блока схемы.

Итоговый вид структурной схемы замкнутой системы управления для инновационного бесколлекторного двигателя представлена на рисунке 5.

Проектирование контроллера и использованием цифровых технологий. Для ускорения процесса разработки на сегодняшний день активно используют специализированные программы для ПК.

Разработка замкнутой системы управления для работы с бесколлекторными инновационными двигателями не стала исключением. Так для проектирования электрических принципиальных схем применялась программа Altium Designer 21. Пример использования продемонстрирован на рисунке 3.

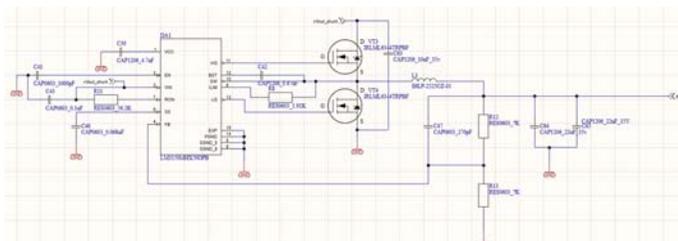


Рисунок 3 - Схема подключения LM3150 в питающем блоке

Помимо разработки чертежей и схем цифровые технологии позволяют моделировать работу различных систем. Это свойство было в полной мере применено в части моделирования работы таких составных частей контроллера, как: блоки DC-DC преобразователей (рис. 4,5), блок вход АЦП (рис. 6,7), Блок ШИМ-выходы, блок усилителя уровня сигнал и блок согласования напряжений. Для этого воспользовались графической средой моделирования и анализа динамических систем Simulink (составная часть MATLAB) и пакетом программ для автоматизированного проектирования электронных схем Proteus 8 Professional[3,4].

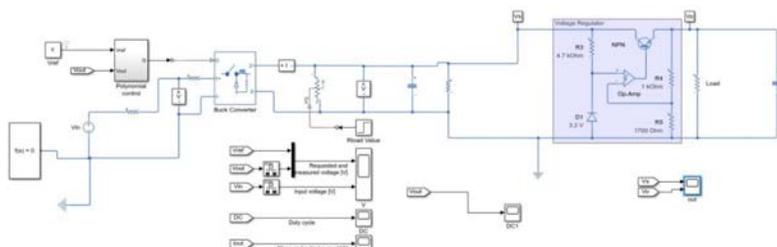


Рисунок 4 - Схема питающего каскада в Simulink

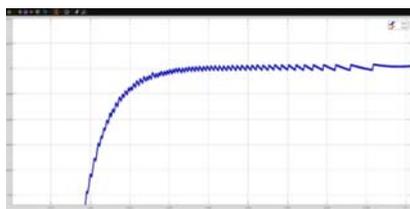


Рисунок 5 - Результаты моделирования в Simulink

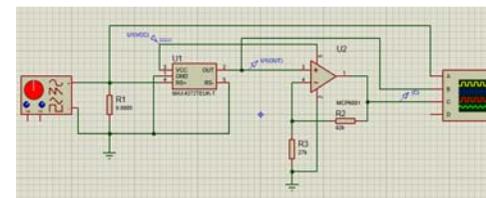


Рисунок 6 - Схема усилительного каскада для АЦП в Proteus 8

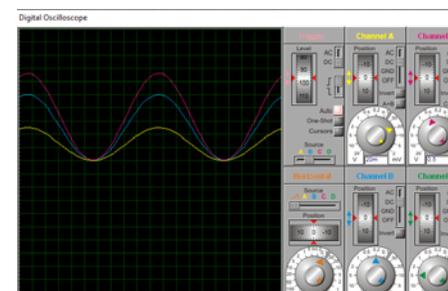


Рисунок 7 - Осциллограмма напряжений усилительного каскада АЦП

Выводы. Применение цифровых технологий в отраслях энергетики на сегодняшний день является неотъемлемой частью в процессах разработки новых систем. На примере разработки замкнутой системы управления для работы с бесколлекторными инновационными двигателями удалось в этом убедиться.

Список литературы

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. – 752 с. – (Серия: Специалист).
2. Теория дискретных систем автоматического управления : учебное пособие / В. А. Иванов, А. С. Ющенко. – 2-е изд., доп. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 348, [4]. : ил.
3. Токхейм Р. Основы цифровой электроники: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 396 с., ил.
4. Разработка и отладка микропроцессорных устройств в виртуальной среде моделирования Proteus [Электронный ресурс]: метод. указания / сост. В. Г. Иоффе. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. - Электрон. текстовые и граф. дан. (2,42 Мбайт).- 93 с.:ил. 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

МОДЕНОВ МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ, генеральный директор
ООО «Тульские мехатронные системы»
ЧУКАНОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ, ведущий научный сотрудник
ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»
КУН КИРИЛЛ БОРИСОВИЧ, генеральный директор ООО «ТЦР»
ООО «Тульские мехатронные системы» г. Тула, Россия
tmstula71@yandex.ru

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ С БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМИ ИННОВАЦИОННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

В последнее время энергетическая отрасль отличается значительным многообразием инновационных технологических элементов.

В данной статье рассмотрен процесс выполнения работ по разработке микропроцессорной системы управления для управления бесколлекторными инновационными двигателями.

Полученные результаты позволили сделать предварительный вывод о возможности дальнейшей разработки контроллера для управления бесколлекторными инновационными двигателями.

Ключевые слова: замкнутая система управления, управление бесколлекторными двигателями, контроллер, плата управления, структурная схема.

Введение. Использование инновационных технологий в энергетической отрасли положительно сказывается на её развитии. Одним из таких является технологии усовершенствования электрических машин, в частности электродвигателей с системами управления.

Цель работы – проведения анализа конструкции и характеристик бесколлекторного инновационного электродвигателя, с последующей разработкой структурной схемы замкнутой системы управления.

Основные используемые понятия. В общем виде систему управления можно представить состоящей из двух подсистем управляющей (субъекта или органа управления) и управляемой (объекта управления), которые связаны между собой информационными потоками [1].

Противоречие между субъектом и объектом является движущим началом управления и составляет его сущность.

Система управления – совокупность устойчивых связей объекта и субъекта управления организации, реализованных в конкретных организационных формах; это система, в которой реализуются функции управления.

Система, в которой для формирования управляющих воздействий используется информация о значении управляемых величин, называется замкнутой системой управления (рис. 1)



Рисунок 1 - Замкнутая система управления

В настоящее время широко применяются дискретные системы, в связи с использованием цифровых технологий. При работе дискретной системе, происходит работа по «точкам» во времени сигналы работы системы не являются постоянными и линейными (рис. 2).

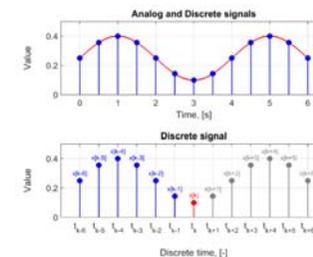


Рисунок 2 - Сравнение линейных и цифровых систем

При создании дискретной системы, важным фактором управляющей системы является шаг дискретизации. От шага дискретизации зависит плавность, устойчивость системы, скорость обработки сигналов, скорость выборок АЦП [2].

Анализ конструкции и характеристик электродвигателя. Первыми этапами в разработке системы управления является выбор объекта управления и анализ его характеристик. Для работы был выбран инновационный синхронно-асинхронный электродвигатель (аналог XING2 2809) производства ООО «ТМС» (рис.3).



Рисунок 3 - Инновационный бесколлекторный двигатель

Для изготовления данного электродвигателя были применены отечественные материалы, такие как: электротехническая сталь 49к2ф для изготовления статорных пластин, сплав Д-16 используется для ступицы и ротора, постоянные магниты NdFeB, медный кабель ПЭТВ-2 и промышленный клей БФ-4.

Для определения технических характеристик электродвигателя был изготовлен испытательный стенд (рис.4)



Рисунок 4 - Испытательный стенд

После проведения испытаний были получены основные характеристики бесколлекторного инновационного двигателя: магнитная схема 12p16s с расположение обмоток под 90 градусов; напряжение питания 24 вольта; номинальные обороты 15 тысяч оборотов в минуту; номинальная мощность 350w; тяга 1200 грамм в номинальном режиме, кратковременно 2000 грамм.

Разработка структурной схемы. В связи с развитием инновационных технологий в энергетике, для управления различными процессами используют цифровые технологии. При разработке структурной схемы учитывались современные тенденции в части цифровизации систем контроля и управления.

В состав структурной схемы замкнутой дискретной системы управления были включены следующие блоки:

13) Блок микроконтроллера STM32H743VIT6. Данный элемент будет выполнять роль центрального процесса на плате контроллера.

14) Блок вход АЦП. Нужен для преобразования аналогового уровня сигнала в двоичный код. Может использоваться для некоторых аналоговых датчиков или организации обратной связи. Также выполняет роль вольтметра и амперметра для контроля напряжения АКБ и потребляемого тока.

15) Блок CAN (MCP2551). Используется для организации CAN-интерфейса с целью подключения дополнительных модулей, работающих на данной шине с защитой аппаратной работы.

16) Блок выход UART. Через него могут работать такие внешние модули, например, как модуль радиуправления и передатчик сигнала о состоянии системы.

17) Блок выход I2C. Применяется для подключения внешних модулей-датчиков.

18) Блок выход SPI. Предназначен для подключения внешних устройств.

19) Блок USB. Необходим для передачи данных с ПК.

20) Блок согласования напряжений. Требуется для согласования питающего напряжения с ПК.

21) Блок SDIO (слот SD-карты). Используется для записи телеметрии.

22) Блок ШИМ-выходы. Они используются для управления ходовыми двигателями, сервоприводами и прочим.

23) Блок усилителя уровня сигнала служит для увеличения разности дифференциального сигнала, полученного с токового датчика (шунта) с последующей подачей его на АЦП микроконтроллера.

24) Блоки DC-DC преобразователей. Требуется для преобразования входного питающего напряжения в подходящие для каждого блока схемы.

Итоговый вид структурной схемы замкнутой системы управления для инновационного бесколлекторного двигателя представлена на рисунке 5.

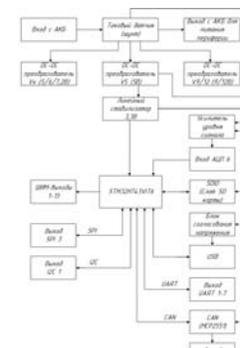


Рисунок 5 - Структурная схема замкнутой системы управления

Выводы. Применение инновационных технологий в области создания электрических машин, а также в процессе разработки цифровых систем управления к ним, позволяет добиться отличных результатов. Подтверждением этого является положительные испытания инновационного электродвигателя, а также успешное завершение разработки структурной схемы, которая в последствии будет использована для дальнейшей разработки замкнутой системы управления с инновационными бесколлекторными электродвигателями.

Список литературы

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. – 752 с. – (Серия: Специалист).
2. Теория дискретных систем автоматического управления : учебное пособие / В. А. Иванов, А. С. Ющенко. – 2-е изд., доп. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 348, [4]. : ил.

МУКОНИНА ЮЛИЯ ГЕННАДЬЕВНА, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
e-mail: mukonina@yahoo.com

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СЕТЕЙ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

В статье рассмотрены перспективные направления модернизации сетей электроснабжения. Проведен анализ основных потерь электроэнергии.

Ключевые слова: качество электроэнергии, модернизация сетей, системы электроснабжения.

Модернизация сетей электроснабжения представляет собой одно из ключевых направлений трансформации энергетического сектора, что обусловлено целым рядом факторов, влияющих на устойчивое развитие современной инфраструктуры. Увеличение глобального спроса на электроэнергию, вызванное ростом урбанизации, цифровизацией и внедрением инновационных технологий, создает дополнительные нагрузки на существующие системы. Одновременно с этим, возрастают требования к надежности, эффективности и экологической безопасности электросетей, что подталкивает к их качественному обновлению.

Современные энергосистемы сталкиваются с необходимостью интеграции децентрализованных возобновляемых источников энергии (ВИЭ), включая солнечные и ветряные электростанции, которые, хотя и обеспечивают снижение выбросов углекислого газа, вносят значительную степень переменности в выработку электроэнергии. Кроме того, распространение электромобилей, подключаемых к сетям электроснабжения, а также использование накопителей энергии приводят к усложнению структуры энергопотребления, что требует адаптации существующих инфраструктур и пересмотра подходов к их управлению.

Модернизация сетей электроснабжения, сопровождаемая внедрением интеллектуальных технологий, направлена на создание гибких и устойчивых энергосистем. Такие системы, будучи построенными на базе концепции «умных» сетей (Smart Grid), предполагают использование искусственного интеллекта, больших данных и интернета вещей для обеспечения максимально эффективного взаимодействия между производителями, потребителями и распределительными компаниями. В этом контексте цифровизация становится не только стратегическим инструментом, но и обязательным условием достижения энергетической безопасности.

Помимо технологических изменений, не менее важным аспектом является улучшение физической инфраструктуры сетей. Использование новых материалов, разработка и внедрение высокоэффективных передающих линий и трансформаторных подстанций, а также применение технологий передачи постоянного тока высокого напряжения (HVDC) создают предпосылки для снижения потерь энергии при передаче на дальние расстояния.

Потери электроэнергии в процессе её передачи – одна из ключевых статей расходов, которые неизбежно включаются в конечную стоимость электроэнергии (ЭЭ). Уменьшение этой стоимости выступает важным приоритетом как для производителей, так и для потребителей. Иными словами, затраты на потери ЭЭ оказывают прямое влияние на развитие всей электроэнергетической отрасли. Наибольшие утраты электроэнергии фиксируются в сетях напряжением 0,4–10 кВ, которые предназначены для снабжения городских и сельских жителей, а также небольших предприятий и других пользователей.

Распределительные электрические сети – это совокупность электроустановок, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии потребителям. Они включают подстанции, распределительные устройства, линии электропередач и иные элементы инфраструктуры, объединённые общей территорией.

В наше время на первый план выходит разработка нового энергосберегающего оборудования. Энергосберегающие лампы, нагреватели и электродвигатели – всё это стало привычными элементами повседневной жизни. На фоне мировых тенденций к экономии ресурсов становится всё более актуальным поиск решений для повышения энергоэффективности распределительных сетей, включая как воздушные, так и кабельные линии, подстанции и силовое оборудование.

Эксперты указывают, что текущее состояние сетей класса 35; 10; 6 и 0,4 кВ оставляет желать лучшего. Согласно статистике, порядка 40–80% аварийных отключений приходится на воздушные линии напряжением 10 и 0,4 кВ. Это говорит о низкой надёжности сетей и неудовлетворительном качестве поставляемой электроэнергии. Под качеством электроэнергии (КЭ) понимают степень соответствия её характеристик установленным стандартам.

Одной из главных причин недостаточного качества является чрезмерная длина воздушных линий. Например, оптимальная длина для линий напряжением 10 кВ составляет 10–12 км, но около 15% эксплуатируемых линий превышают длину 20 км. Слишком длинные линии приводят к потерям напряжения и отклонениям от номинальных значений, что нарушает стабильность работы сети. Согласно стандарту ГОСТ 32144-201№, такие отклонения не должны превышать 10% от номинального значения напряжения в течение 100% времени за неделю.

Современные сети электроснабжения, представляющие собой сложные системы генерации, передачи и распределения электроэнергии, играют ключевую роль в обеспечении функционирования экономики, инфраструктуры и повседневной жизни. Однако эти сети, несмотря на их жизненно важное значение, сталкиваются с рядом серьезных проблем, обусловленных как техническими, так и экономическими факторами.

Во многих странах значительная часть инфраструктуры электросетей была построена несколько десятилетий назад, что приводит к её физическому износу. Устаревшие линии электропередачи, трансформаторные подстанции и распределительные устройства зачастую не соответствуют современным стандартам энергоэффективности и безопасности. Такой износ, сопровождаемый повышением вероятности аварийных отключений, увеличивает эксплуатационные затраты и создает риски для надежности энергоснабжения.

Кроме того, традиционная модель централизованного энергоснабжения, основанная на крупных электростанциях, сопряжена с высокими потерями энергии на стадии передачи и распределения. Согласно оценкам, на этом этапе может теряться до 10–15% всей вырабатываемой электроэнергии, что ставит под сомнение экономическую и экологическую целесообразность использования

таких систем. Эти потери становятся особенно ощутимыми при необходимости передачи энергии на большие расстояния, что характерно для территорий с неравномерным распределением производственных и потребительских мощностей.

Сложности текущего состояния усугубляются растущей нагрузкой на сети в условиях увеличивающегося энергопотребления. Развитие промышленных кластеров, повышение уровня электрификации транспорта и переход к «умным» городам создают дополнительные требования к пропускной способности систем. Эти изменения, сопровождаясь значительными пиковыми нагрузками, выявляют недостаточную гибкость существующих сетей, неспособных эффективно справиться с изменяющимися профилями потребления.

Одновременно с этим возрастают требования к интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как солнечные и ветряные электростанции. Хотя эти источники способствуют декарбонизации энергосектора, их высокая переменность и зависимость от погодных условий создают дополнительные вызовы для управления сетями. Например, существующая инфраструктура не всегда способна оперативно адаптироваться к внезапным изменениям генерации, что требует внедрения технологий балансировки нагрузки и хранения энергии.

Стоит отметить, что сетевая инфраструктура также недостаточно защищена от растущих угроз кибербезопасности. В условиях цифровизации и все более широкого применения интеллектуальных систем управления увеличивается вероятность кибератак, способных привести к нарушению работы сетей и существенным экономическим убыткам. Актуальность этой проблемы подчеркивается необходимостью разработки и внедрения надежных механизмов защиты данных и инфраструктуры.

Наряду с техническими проблемами, сети электроснабжения сталкиваются с финансовыми и регуляторными ограничениями. Инвестиции в модернизацию часто сдерживаются высокой стоимостью таких проектов, а также отсутствием стимулов для частных компаний. В то же время регуляторы нередко сосредоточены на поддержании тарифов на электроэнергию на доступном уровне, что ограничивает возможности для значительного увеличения капитальных вложений.

Вместе с физическим износом часто наблюдается и моральное устаревание технологий. Прежние разработки, которые считались инновационными несколько десятков лет назад, уже не выдерживают конкуренции с новыми решениями, обеспечивающими высокую производительность и долговечность.

Потери в распределительных сетях можно условно разделить на три категории: нагрузочные, условно-постоянные и климатические, представленные на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура электрических потерь в распределительных сетях

Как демонстрирует рисунок 1, величина нагрузочных потерь главным образом определяется потерями, возникающими в силовых трансформаторах и проводах линий электропередач. Это позволяет выдвинуть гипотезу, что модернизация сети за счёт замены устаревших силовых трансформаторов и проводов линий может привести к повышению энергоэффективности и достижению значительной экономии электроэнергии.

Рисунок 2 иллюстрирует усреднённое распределение структурных составляющих расчётных технических потерь электроэнергии, отражающее их доли от общей суммы в распределительных сетях.

Структурные составляющие потерь	Доля структурной составляющей от суммарных потерь, %
Нагрузочные потери, в том числе:	75,3
– в линиях	64,7
– в трансформаторах	10,6
Условно-постоянные потери, в том числе:	24,7
– холостой ход трансформаторов	16,6
– расход на собственные нужды	2,7
Прочие условно-постоянные потери	5,4

Рисунок 2 – Усредненная структура технических потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях

В 20-х годах 20 века российским ученым-экономистом Н.Д. Кондратьевым (1892-1938) на основе анализа различных факторов, влияющих на изменения мировой экономики, показано, что эти изменения носят циклический, колебательный характер. За рубежом циклы Кондратьева называют волнами процветания, в современной отечественной литературе – технологическими укладами. Основой каждого цикла является одна или несколько ключевых технологий, оказывающих принципиальное влияние на обновление производственных процессов.

Распределительные электрические сети нового шестого технологического уклада – это сети с принципиально новыми свойствами, режимами работы и возможностями, обусловленными целым рядом объективных причин и тенденций развития мировой и российской электроэнергетики. На рисунке 3 представлена информация по оснащению интеллектуальными системами учета ДЗО ПАО «Россети».



Рисунок 3 – оснащение интеллектуальными системами учета ДЗО ПАО «Россети»

Оснащение интеллектуальными системами учета позволяет реализовать новую модель процесса выявления очагов потерь и их снижения, представленную на рисунке 4.



Рисунок 4 – Модель выявления очагов потери электроэнергии

Модернизация сетей электроснабжения представляет собой ключевой этап в развитии энергетического сектора, обеспечивая его адаптацию к современным вызовам и требованиям. Проведенный анализ продемонстрировал, что текущее состояние инфраструктуры, характеризующееся высоким уровнем износа, низкой гибкостью и ограниченной способностью интеграции возобновляемых источников энергии, требует комплексного подхода к реформированию.

Одним из наиболее перспективных направлений модернизации является цифровизация сетей, что включает внедрение интеллектуальных систем управления, использование искусственного интеллекта и интернета вещей. Эти технологии не только повышают оперативность и надежность управления, но и позволяют минимизировать потери энергии и адаптировать системы к растущим нагрузкам.

Интеграция возобновляемых источников энергии, при всех сложностях, связанных с их переменной выработкой, открывает широкие перспективы для снижения углеродного следа энергосистем. Децентрализация генерации, развитие накопителей энергии и совершенствование систем балансировки нагрузки формируют базу для более устойчивого и экологически безопасного энергоснабжения.

Физическая модернизация сетевой инфраструктуры, включая обновление линий электропередачи, внедрение новых материалов и технологий передачи энергии, таких как HVDC, также играет критическую роль. Эти изменения способствуют повышению энергоэффективности и снижению издержек при эксплуатации.

Однако модернизация невозможна без учета экономических и регуляторных факторов. Она требует значительных инвестиций, которые могут быть оправданы только при наличии долгосрочной стратегии и государственной поддержки. Международный опыт показывает, что успех в данной области возможен

при взаимодействии частного и государственного секторов, а также благодаря четкой законодательной базе.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. ГОСТ 32144. Межгосударственный стандарт. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего пользования. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол N-55 П от 25 марта 2013 г.).
3. Карев С.В. Повышение энергоэффективности сетей электроснабжения // Молодежь, наука, общество: сб. студ. работ. – Тольятти: ФГБОУ «Тольяттинский государственный университет», 2018. С. 685-686. ISBN – 978-5-8259-1430-5.
4. Карев С.В. Повышение энергоэффективности сетей электроснабжения // Техника и общество в XXI : сб. студ. работ. – Казань: Электронный журнал «Аллея Науки», 2019. ISBN – 978-5-8259-1430-5.
5. Карев С.В. Энергосберегающий силовой трансформатор // Современные тенденции в науке, технике, образовании : сб. науч. трудов. – Смоленск: МНИЦ «Наукосфера», 2018. С. 108-110. ISBN – 978-5-906978-17-2 ISBN – 978-5-906978-19-6.
6. Левицкая Е.И., Лурье А.И., Панибратец А.Н. Проблема электродинамической стойкости трансформаторов при коротких замыканиях / Журнал энергетик. – 2005.
7. ГОСТ 839-80. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия (с Изменениями №1,2): утв. постановлением Государственного комитета СССР по стандартам № 2987 от 23.06.80. М., 1981. 2002
8. Базаров Д.В. Трансформаторы ТМГ 12 для энергосбережения / Журнал 79 «Энергобезопасность и энергосбережение». 2009 г. С. 32-34.
9. Е.А.Виноградов, В.В.Степанов, А.В.Крупнов, И.И.Козлов, Энергетика и энергосбережение. Потери электроэнергии в распределительных сетях 0.4-10 кВ и способы их сокращения. / Вестник Тверского государственного технического университета, выпуск 31. 2016г.
10. Кудашкин Ю.В., Ахмедов Ф.Н. Энергоэффективность, энергосбережение и интеллектуальные сети / Российское предпринимательство. – 2012г. С.96- 103.

МУРАДЯН ЭММА АРМЕНОВНА, студент
ДОБРИНОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, к.э.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
emma2004muradyan@yandex.ru

КАЧЕСТВО КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

В статье рассматривается роль качества как ключевого фактора повышения конкурентоспособности энергетических компаний. Анализируются основные аспекты, которые необходимо учитывать для обеспечения высокого уровня качества продукции и услуг в сфере энергетики. Отмечается, что улучшение качества и услуг может способствовать укреплению позиций компании на рынке.

Ключевые слова: качество, эффективная система управления, энергетическая компания, контроль качества, конкурентоспособность

Энергетические компании сталкиваются с постоянно меняющейся конкурентной средой, где эффективное управление качеством играет ключевую роль в достижении успеха. Введение четких целей и показателей качества, вовлечение сотрудников, соблюдение международных стандартов, непрерывное совершенствование процессов и использование современных технологий – все это важные аспекты, которые помогут энергетическим компаниям улучшить свою систему управления качеством и повысить свою конкурентоспособность [4, с. 92].

Качество товаров и услуг является одним из наиболее важных факторов для энергетических компаний, поскольку оно напрямую влияет на их способность привлекать и удерживать клиентов. В энергетическом секторе, где потребители ожидают надежности, безопасности и эффективности предоставляемых услуг, качество становится ключевым конкурентным преимуществом и фактором, определяющим успех компании.

Во-первых, качество товаров и услуг в энергетическом секторе напрямую влияет на уровень доверия клиентов. Потребители ожидают, что энергетическая компания будет обеспечивать надежное и стабильное энергоснабжение, а также предоставлять качественный сервис. Если компания не соответствует этим ожиданиям, это может привести к потере доверия клиентов и, как следствие, к потере клиентов.

Во-вторых, качество товаров и услуг влияет на уровень удовлетворенности клиентов. Высококачественные услуги, обеспечивающие стабильное и качественное энергоснабжение, способствуют удовлетворенности клиентов и создают положительный опыт взаимодействия с компанией. Удовлетворенные клиенты более склонны оставаться лояльными, рекомендовать компанию другим и продолжать пользоваться ее услугами.

В-третьих, качество товаров и услуг является важным фактором для привлечения новых клиентов. Репутация компании, связанная с высоким уровнем качества предоставляемых услуг, привлекает внимание потенциальных клиентов и способствует их выбору в пользу данной компании. Клиенты ищут надежного поставщика, который обеспечит им качественное энергоснабжение и высокий уровень сервиса.

Качество товаров и услуг играет важную роль для энергетических компаний, обеспечивая им конкурентное преимущество, привлечение и удержание клиентов. Поэтому компании должны уделять особое внимание повышению качества своей товаров и услуг, чтобы удовлетворять потребности клиентов, укреплять свою позицию на рынке и обеспечивать устойчивое развитие в долгосрочной перспективе [5, с. 92].

Эффективная система управления качеством может стать значительным конкурентным преимуществом для энергетической компании, помогая ей выделиться среди конкурентов и укрепить свою позицию на рынке. Качество товаров и услуг становится ключевым фактором для привлечения и удержания клиентов, а система управления качеством позволяет компании обеспечить высокий уровень качества во всех аспектах своей деятельности.

Одним из главных преимуществ эффективной системы управления качеством является повышение удовлетворенности клиентов. Система управления качеством позволяет компании строго контролировать процессы производства и предоставления услуг, обеспечивая соответствие товаров и сервиса установленным стандартам качества. Это способствует увеличению доверия клиентов к компании, улучшению их опыта взаимодействия с ней и повышению уровня удовлетворенности.

Кроме того, эффективная система управления качеством позволяет энергетической компании повысить эффективность своей деятельности. Благодаря строгому контролю процессов и постоянному улучшению качества, компания может сократить издержки, улучшить производительность и оптимизировать свои операции. Это помогает снизить затраты на производство и обслуживание, что в конечном итоге повышает конкурентоспособность компании [2].

Еще одним важным аспектом эффективной системы управления качеством является улучшение репутации компании на рынке. Компания, которая известна своим высоким уровнем качества товаров и услуг, привлекает внимание клиентов и вызывает доверие у потребителей. Положительная репутация помогает компании привлекать новых клиентов, удерживать существующих и выделяться среди конкурентов.

Улучшение системы управления качеством является ключевым элементом для энергетических компаний, стремящихся к повышению своей конкурентоспособности. В таблице 1 представлены рекомендации, которыми компании могут усовершенствовать свою систему управления качеством [1, с. 29].

Таблица 1 – Рекомендации по улучшению системы управления качеством в энергетических компаниях

Рекомендация	Описание
Установление четких целей и показателей качества	Энергетические компании должны определить конкретные цели и показатели качества, которые помогут им измерить эффективность своих процессов и товаров. Это позволит компаниям лучше понимать, где есть проблемы и какие улучшения необходимо внести
Вовлечение сотрудников	Важно обеспечить активное участие сотрудников в процессе управления качеством. Обучение персонала, мотивация и поддержка со стороны руководства помогут создать культуру качества в компании и повысить эффективность ее деятельности
Применение стандартов качества	Энергетические компании должны следовать международным стандартам качества, таким как ISO 9001. Это поможет им установить систему управления качеством, которая будет соответствовать международным требованиям и стандартам, а также повысит доверие клиентов к их товарам и услугам

Постоянное совершенствование процессов	Компании должны стремиться к непрерывному улучшению своих процессов производства и предоставления услуг. Внедрение системы управления качеством, основанной на принципах непрерывного улучшения (например, принципы Kaizen), поможет им повысить эффективность своей деятельности и улучшить качество товаров
Использование технологий	Внедрение современных технологий и программного обеспечения для управления качеством поможет энергетическим компаниям автоматизировать процессы контроля качества, улучшить отслеживание и анализ данных, а также быстрее реагировать на потенциальные проблемы

Эти рекомендации помогут энергетическим компаниям улучшить свою систему управления качеством и достичь более высоких показателей конкурентоспособности. Постоянное внедрение улучшений, контроль качества на всех этапах производства и активное участие персонала помогут компаниям добиться успеха на рынке и укрепить свои позиции среди конкурентов.

В энергетической отрасли важное значение имеет сотрудничество с надежными поставщиками материалов и компонентов. Надежные поставщики обеспечивают стабильное поступление качественных материалов, что в свою очередь влияет на качество конечной продукции – в данном случае, на качество производимой электроэнергии. Контроль качества поставляемых материалов и компонентов является неотъемлемой частью процесса производства, поскольку любая неисправность или дефект в поставляемых компонентах может привести к сбоям в работе оборудования и, как следствие, к потере эффективности производства [3].

Систематический контроль качества поставляемых материалов и компонентов способствует улучшению репутации компании. Потребители электроэнергии все более внимательно относятся к вопросам качества и безопасности, поэтому важно для энергетических компаний обеспечивать высокие стандарты качества в производстве.

Сотрудничество с надежными поставщиками также способствует улучшению инновационных процессов в энергетической отрасли. Качественные материалы и компоненты могут быть основой для разработки новых технологий и продуктов, что позволяет компаниям быть конкурентоспособными на рынке и следовать трендам развития отрасли.

Таким образом, сотрудничество с надежными поставщиками материалов и компонентов и контроль качества поставок играют ключевую роль в обеспечении успешной деятельности энергетических компаний, повышении их конкурентоспособности на рынке и обеспечении стабильной работы энергетических систем в целом.

Список литературы

1. Виричева, А.Ю. Роль энергоменеджмента в системе управления промышленным предприятием / А.Ю. Виричева. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 44. – С. 29–31.
2. Добринова Т.В., Головин А.А., Почечун П.И. Особенности формирования издержек производства в организации энергетического комплекса // Вестник Алтайской академии эко-

номики и права. – 2021. – № 10-2. – С. 113-118; URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=1876> (дата обращения: 26.11.2024).

3. Добринова Т.В., Головин А.А., Чаплыгина М.А. Совершенствование энергетического хозяйства предприятия // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 9-1. – С. 68-73; URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=2393> (дата обращения: 26.11.2024).

4. Скобелев, Д.О. Энергетический менеджмент: прочтение 2020: руководство по управлению энергопотреблением для промышленных предприятий / Д.О. Скобелев, М.В. Степанова. – Москва: Издательство «Колорит», 2020. – 92 с. – Текст: непосредственный.

5. Ставровский, Е. С. Энергетический маркетинг и управление энергосбережением: учебное пособие / Е. С. Ставровский, А. Ю. Костерин. –Иваново: ИГЭУ, 2020. – 92 с. – Текст: непосредственный.

МУРАДЯН ЭММА АРМЕНОВНА, студент
ДОБРИНОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА, к.э.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
emma2004muradyan@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЯХ

В статье рассматриваются особенности системы управления качеством в энергетических компаниях. Описываются строгие стандарты и нормативы, которым должны соответствовать предприятия отрасли, а также подчеркивается важность непрерывного улучшения процессов, контроля качества сырья и материалов и использования современных технологий.

Ключевые слова: энергетическая компания, система управления качеством, энергетика, стандарты и нормативы

Системы управления качеством в энергетических компаниях играют ключевую роль в обеспечении надежности, стабильности, эффективности и безопасности работы энергетических систем. Они направлены на повышение производительности, снижение рисков, улучшение качества товаров и услуг, а также на соблюдение экологических стандартов и обеспечение безопасности труда.

Одним из основных аспектов систем управления качеством в энергетических компаниях является обеспечение надежности и стабильности работы энергетических систем. Контроль качества производства энергии, технического оборудования и сетей позволяет предотвращать сбои, аварии и простои, обеспечивая непрерывное энергоснабжение потребителей [3, с.16].

Кроме того, системы управления качеством способствуют оптимизации энергетических процессов и ресурсов. Мониторинг и анализ данных позволяют выявлять узкие места, оптимизировать расходы энергии, сырья и других ресурсов, что приводит к снижению издержек, улучшению экономической эффективности и снижению негативного воздействия на окружающую среду [4].

Важным аспектом является также обеспечение безопасности труда, соблюдение экологических стандартов и минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Контроль условий труда, выбросов и отходов позволяет

компаниям снизить риски для здоровья сотрудников, соблюсти законодательство и повысить свою социальную ответственность [7].

Энергетическая отрасль характеризуется высокой степенью технической сложности и ответственности, так как обеспечение электроэнергией является критически важным для общества [5].

Основные особенности, влияющие на систему управления качеством в энергетической отрасли, включают:

1. Высокие требования к надежности и безопасности. Энергетические компании должны обеспечивать стабильное и безопасное производство и распределение электроэнергии, чтобы избежать аварий и обеспечить непрерывность энергоснабжения.

2. Соблюдение нормативных требований. Энергетические компании подвергаются строгим нормативным требованиям и стандартам качества, установленным регулирующими органами.

3. Значительные инвестиции в технологии и оборудование. Для обеспечения высокого уровня качества энергии и эффективного производства требуется постоянное обновление и модернизация оборудования [2, с.436].

В условиях конкуренции энергетические компании сталкиваются с дополнительными вызовами, такими как:

1. Необходимость повышения эффективности производства. В условиях конкуренции компании вынуждены постоянно совершенствовать свои процессы, чтобы снизить издержки и повысить конкурентоспособность.

2. Увеличение требований к качеству и сервису. Потребители становятся все более требовательными к качеству предоставляемых услуг, что вынуждает компании улучшать свои системы управления качеством.

3. Необходимость инноваций. В условиях конкуренции энергетические компании должны быть готовы к внедрению новых технологий и методов управления, чтобы оставаться на рынке [6].

Особенности процессов управления качеством в энергетических компаниях связаны с высокой степенью ответственности за обеспечение непрерывного и качественного энергоснабжения, а также с необходимостью соблюдения строгих стандартов безопасности, экологии и качества. В энергетике критически важно обеспечить стабильную работу технологических процессов, предотвратить аварийные ситуации и минимизировать риски для окружающей среды.

Соблюдение нормативных требований является одним из ключевых аспектов успешного функционирования энергетических компаний. В сфере энергетики существует ряд строгих стандартов и нормативов качества, которым необходимо соответствовать для обеспечения безопасности, надежности и эффективности производства. Иллюстрация схемы основных нормативов и стандартов качества помогает компаниям в понимании и внедрении необходимых мер и процедур для соответствия требованиям регулирующих органов и обеспечения высокого уровня качества товаров и услуг [1].

В условиях конкуренции энергетические компании должны не только соблюдать нормативные требования, но и постоянно совершенствовать свои про-

цессы и системы управления качеством, чтобы оставаться конкурентоспособными на рынке. Применение инновационных подходов и технологий становится ключевым фактором успеха в данной отрасли.

Например, внедрение цифровых технологий, таких как системы мониторинга и управления удаленного доступа, позволяет компаниям повысить эффективность производства, оперативно реагировать на возможные сбои и снижать риски аварийных ситуаций. Такие инновации помогают не только обеспечить бесперебойное энергоснабжение, но и повысить уровень сервиса для потребителей.

Другим примером может быть внедрение системы управления качеством ISO 9001:2015, которая помогает энергетическим компаниям установить четкие процессы, стандарты и контрольные точки для обеспечения качества товаров и услуг. Это позволяет компаниям не только соответствовать нормативам, но и повышать уровень доверия со стороны клиентов и партнеров.

Таким образом, энергетические компании, осознавая особенности своей отрасли и условия конкуренции, должны постоянно совершенствовать свои системы управления качеством, инвестировать в инновации и технологии, чтобы успешно функционировать на рынке и удовлетворять потребности своих клиентов.

Основные аспекты систем управления качеством в энергетических компаниях, которые позволяют обеспечить высокий уровень безопасности, эффективность работы и соответствие всем стандартам отрасли представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные аспекты систем управления качеством в энергетических компаниях.

Аспекты управления качеством в энергетических компаниях	Основные характеристики
Строгие требования к безопасности	Предотвращение аварий Соблюдение стандартов безопасности Обучение сотрудников по безопасности
Высокая степень автоматизации и технической сложности	Мониторинг технических процессов Управление аварийными ситуациями Внедрение современных технологий
Соблюдение законодательства и нормативов	Избежание штрафов и санкций Соблюдение требований законодательства Обновление систем с учетом изменений в законодательстве
Учет специфических требований и стандартов отрасли	Адаптация к уникальным требованиям отрасли Сотрудничество с экспертами в области энергетики

Обеспечение надежности и стабильности энергетических систем	Контроль качества производства Предотвращение сбоев и аварий Мониторинг технических процессов
Оптимизация энергетических процессов и ресурсов	Мониторинг и анализ данных Улучшение экономической эффективности Оптимизация расходов энергии и ресурсов
Обеспечение безопасности и соблюдение экологических стандартов	Мониторинг условий труда Контроль выбросов и отходов Соблюдение экологических нормативов

Системы управления качеством, учитывающие высокие стандарты безопасности, автоматизацию и техническую сложность, соблюдение законодательства и специфические требования отрасли, способствуют повышению эффективности производства, снижению рисков и улучшению качества товаров и услуг. Это, в свою очередь, способствует укреплению позиций компании на рынке, увеличению доверия со стороны клиентов и партнеров, а также снижению издержек и повышению конкурентоспособности в отрасли.

Таким образом, системы управления качеством в энергетических компаниях играют ключевую роль в обеспечении надежности, стабильности, эффективности и безопасности работы энергетических систем, что способствует повышению конкурентоспособности компании и укреплению ее позиций на рынке.

Они позволяют компаниям контролировать и улучшать качество производимой энергии, технического оборудования и инфраструктуры, обеспечивая непрерывное и стабильное энергоснабжение потребителей.

Список литературы

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ; ред. от 28.04.2023 г. №150-ФЗ. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978 (дата обращения: 24.11.2024).
2. Аполлонский, С.М. Энергосберегающие технологии в энергетике. Том 1. Энергосбережение в энергетике: учебник для вузов / С.М. Аполлонский. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 436 с. – Текст: непосредственный.
3. Белобров, В.А. Риск-менеджмент в электроэнергетике: цель надежность электроснабжения [Текст] / В.А. Белобров, В.И. Эдельман // ЭнергоРынок, 2022.- № 1. – С. 15-17.
4. Добринова Т.В., Головин А.А., Почечун П.И. Особенности формирования издержек производства в организации энергетического комплекса // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 10-2. – С. 113-118; URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=1876> (дата обращения: 26.11.2024).
5. Добринова Т.В., Головин А.А., Чаплыгина М.А. Совершенствование энергетического хозяйства предприятия // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 9-1. – С. 68-73; URL: <https://vael.ru/ru/article/view?id=2393> (дата обращения: 26.11.2024).
6. Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов: материалы конференции / под редакцией А.Н. Халина. – Тюмень: ТИУ, 2020. – 260 с. – Текст: непосредственный.

7. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» от 15.12.2020 № 903н // Официальный интернет-портал правовой информации. – 30.12.2020 г. – № 61957

МУСАЕВ ЖАНАТ СУЛТАНБЕКОВИЧ, д.т.н., доцент
БЕЙСЕМБАЕВА АЯУЛЫМ МАНАСОВНА, магистрант
ALT Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы, Казахстан
ayaulym-beisembaeva@mail.ru
mussayev75@yandex.kz

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ИЗНАШИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС И РЕЛЬСОВ

Изнашивание колес и рельсов – это сложный процесс, в основе которого лежат многочисленные физико-механические явления. Энергетический подход позволяет системно оценивать этот процесс, связывая интенсивность изнашивания с энергией, затрачиваемой на разрушение поверхностных слоев металла.

Интенсивность изнашивания определяется совокупностью различных факторов, в том числе и основанных на энергетических представлениях.

В данной статье рассмотрены теоретические предпосылки применимости критерия, основанного на внутренней потенциальной энергии, накапливаемой в материале в процессе деформации железнодорожных колес и рельсов.

Ключевые слова: износ, железнодорожные колеса, рельсы, энергетический критерий, анализ, рекомендации.

Наряду с усталостной теорией износа, [1], в последнее время наиболее актуальными становятся механизмы изнашивания, основанные на энергетических представлениях, где предлагается ряд инвариантных критериев поверхностного разрушения [2]:

- удельная работа изнашивания, определяемая как отношение мощности трения N_T интенсивности изнашивания;
- критическая плотность энергии деформации, разработанный в развитии структурно-энергетического подхода И.А. Одингга и В.С. Ивановой;
- критическая плотность внутренней энергии, расходуемой на нагрев металла и его плавление, предложенный В.В. Федоровым;
- критерии, основанные на оценке значения поверхностной энергии как работы, затрачиваемой на образование новой поверхности (Е.Рабинович, Г. Флейшер, В. Д. Кузнецов и др.);
- энтропийно-энергетические критерии, предложенный Л.И. Бершадский, являющийся дальнейшим развитием структурно-энергетического подхода И.А. Одингга и В.С. Ивановой.

Учитывая многопараметрический характер изнашивания поверхностей катания колесных пар грузовых вагонов, представляется целесообразным рассмотрение энергетической концепции износа, базирующейся на вариационных принципах Лагранжа.

Известно, что принцип возможных перемещений Лагранжа для деформируемых систем математически формулируется в следующем виде:

$$\sum Q_i \delta q_i + (-\delta U) = 0, \quad (1)$$

где Q_i - обобщенные внешние силы, δq_i - возможная вариация перемещений, δU - вариация потенциальной энергии деформации, вызванная возможной вариацией перемещений.

Взятая со знаком минус она равно вариации работы внутренних сил.

При этом основная концепция энергетической теории состоит в том, что для отделения частиц износа необходимо, чтобы некоторой объем материала накопил определенный запас внутренней энергии, что соответствует критерию, основанному на аккумулировании энергии при трении [3].

Таким образом, предлагаемый критерий основан на внутренней потенциальной энергии, накапливаемой в материале в процессе деформации. Известно, что большая часть работы сил трения рассеивается в виде тепла, однако определенная ее доля, оцениваемая по данным [66] в 9-16% накапливается в материале в виде внутренней потенциальной энергии, что имеет решающее значение в природе механизмов разрушения при трении.

Базируясь на принципе Лагранжа в соответствии с зависимостью (20), пользуясь гипотезой, предложенной в [4] основное принципиальное положение теории внешнего трения, можно представить в виде:

$$\delta A = \delta Q + \delta E, \quad (2)$$

где δA - вариация работы внешнего трения, затрачиваемое на возможные тепловые изменения δQ и на возможные изменения поглощенной (аккумулированной) энергии δE .

Как показано в [4] δE представляет изменения теплосодержания пары трения, которое определяется в основном величиной энергии, поглощенной металлом контактирующих тел.

Учитывая, что работа внешнего трения не переходит полностью в теплоту, вариации поглощенной энергии не равны нулю, т.е.

$$\delta E \neq 0, \quad (3)$$

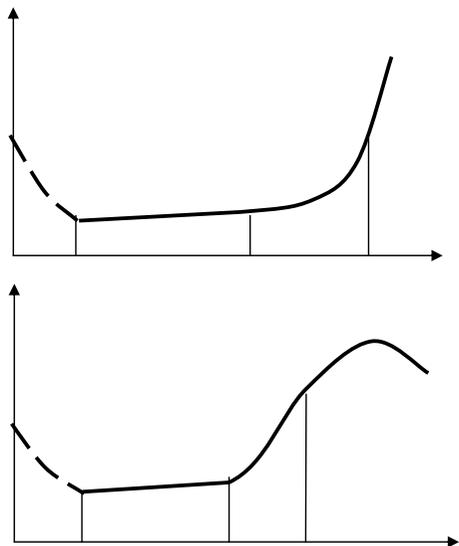
Следовательно, величина, характеризующая фракционные свойства контактирующих материалов колес и рельсов, в условиях внешнего трения, не является величиной постоянной:

$$\frac{\delta E}{\delta A} \neq const, \quad (4)$$

т.к. действующие контактные нагрузки скорости скольжения, коэффициент трения являются переменным для различных параметров трения (рисунок 1).

Участок I характеризует некоторую переходную область малых значений P , в которой еще нет условий для полной нормализации процесса трения. Эти значения нагрузки недостаточны для предельного упрочнения измельчения и ориентации — необходимых условий приспособляемости материала. В переходной области силы, связанные со сближением отдельных участков поверхности на расстояния порядка межатомных, имеют наибольший удельный вес в формировании сил трения. Отношение $\frac{\Delta E}{\delta A}$ стремится к минимальному значению

$$\frac{\Delta E}{\delta A} \rightarrow \min \quad (5)$$



I — переходная область малых значений P и v ; II - нормальное внешнее трение; III — нарушение динамического равновесия; IV — развитие патологических процессов

Рисунок 1 – Зависимости коэффициента трения для разных областей трения, при изменении нормальной нагрузки P (а) и при изменении скорости скольжения (б)

Участок II характеризует нормальное внешнее трение. Интенсивность процесса трансформации и разрушения поверхностей контакта минимальна. Такой режим трения обеспечивается протеканием на границе раздела в тончайших поверхностных слоях строго определенных механохимических процессов.

Пластическая деформация приводит к измельчению и ориентации структуры

Отношение $\frac{\Delta E}{\delta A}$ постоянно и минимально:

$$\frac{\Delta E}{\delta A} = \min \quad (6)$$

Поглощенная, энергия ΔE затрачивается на измельчение, ориентацию и активизацию структуры поверхностных слоев, Равновесное состояние активизированных слоев достигается за счет их насыщения активным веществом, имеющимся в зоне трения, и теплообмена. Основная часть работы сил трения в этой области превращается в теплоту:

$$A \cong Q \quad (7)$$

Для этой области соблюдается линейная зависимость коэффициента трения от нагрузки типа эмпирического закона Амонтона Кулона.

Дальнейшее увеличение давления (участок III, рисунок 1, а) вызывает нарушение стабильности количественных характеристик процесса без существенных изменений природы контакта и видов связей. Деформация и разрушение вторичных защитных структур происходит более интенсивно, толщина текстурируемого слоя превышает критические значения, возникают процессы распада метастабильных структур сплавов и т. п. Зависимость коэффициента трения от

нормального давления отклоняется от линейной. Отношение $\frac{\Delta E}{\delta A}$ на этом участке непостоянно и стремится к некоторому максимальному (критическому) значению для данных условий трения:

$$\frac{\Delta E}{\delta A} \rightarrow \max \quad (27)$$

При дальнейшем увеличении давления величина ΔE достигает критического значения, происходит качественное изменение процесса трения свойств, по-

верхностных слоев в зоне контакта и вида поверхностных связей. Конечным результатом является возникновение патологических режимов трения и повреждаемости поверхностей контакта. Возможны (переходы к схватыванию, смятию) внедрению, пропахиванию и т.п. (участок IV рисунок 1, а). Развитие процессов трения и соответственно энергетических соотношений для случая изменения скорости скольжения происходит аналогично тому, как показано на рисунке 1, а

Выводы

Как показывают выполненные исследования, работа трения является основным, но не единственным фактором, определяющим износ. Тепловые процессы играют важную роль в развитии изнашивания, особенно при высоких скоростях движения подвижного состава.

Энергетический подход является перспективным направлением в исследовании изнашивания железнодорожных колес и рельсов. Он позволяет глубже понять механизмы изнашивания и разработать эффективные меры по его снижению. Дальнейшее развитие этого направления позволит создать более долговечные и надежные конструкции верхнего строения пути и железнодорожных колес.

Список литературы

1. Кизатов, Е.А. Научные основы модернизации и реформирования путевого комплекса АО "НК "Казахстан теір жолы": спец. 05.22.06 - Железнодорожные пути. изыскание и проектирование железных дорог [рукопись] : Автореферат дис. на соискание уч. ст. д-ра техн. наук / Е. А. Кизатов : науч.конс. д-р техн.наук, проф. Н. И. Карпушенко, 2006. - 35 с.
2. К вопросу расчета угона пути тяжеловесными поездами / Ж. С. Мусаев, Т. О. Чигамбаев, Н. В. Ивановцева, М. Н. Мурзакаева // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. – 2018. – № 4(107). – С. 60-65.
3. Шапетько, К. В. Исследования накопления деформаций железнодорожного пути на участке испытаний вагонов с осевой нагрузкой 27 тс / К. В. Шапетько // – 2017. – Т. 76. – № 4. – С. 238-242.
4. Мусаев Ж.С. Определение напряженно-деформированного состояния пути при взаимодействии пути и экипажа Тезисы междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы прочности транспортных конструкций и сооружений» / Алматы, 2008, с. 167-170.
5. Мусаев Ж.С. К вопросу определения условного суммарного возмущающего фактора со стороны пути на подвижной состав. Материалы науч.-практ. конф. «Подвижной состав железных дорог Республики Казахстан» / Алматы, КазАТК, 2009, с. 151-158.

МЫНЖАСАРОВА МАРЖАН РАХИМБАЕВНА

Компания SmallTalk2.me, Сан-Франциско, США
rahimbai@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МАРКЕТИНГОВЫХ СТРАТЕГИЯХ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ

В статье рассматриваются маркетинговые стратегии энергокомпаний с использованием инновационных инструментов, как искусственный интеллект. Использование технологии искусственного интеллекта позволяет энергоком-

паниям трансформировать подходы к маркетингу и взаимодействию с клиентами в энергетической отрасли.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, маркетинг, энергокомпания, стратегия, электроэнергия.

Введение

Сегодня современная энергетическая отрасль переживает период глобальных изменений, связанных с технологическим прогрессом, экологическими вызовами и изменением мировых экономических приоритетов. Рост конкуренции между традиционными и новыми игроками, ускоренный переход к возобновляемым источникам энергии, ужесточение экологических стандартов и рост осведомленности потребителей о необходимости устойчивого развития формируют новые требования к энергетическим компаниям. Одновременно с этим происходит цифровизация всех ключевых процессов, от производства и распределения энергии до взаимодействия с клиентами [1].

В этих условиях маркетинговые стратегии энергокомпаний играют ключевую роль не только в привлечении новых потребителей, но и в удержании существующих клиентов, формировании их лояльности и повышении доверия к бренду. Однако традиционные подходы к маркетингу уже не способны удовлетворить динамично меняющиеся запросы клиентов и требования регуляторов. Необходимы инновационные инструменты, позволяющие более гибко и эффективно реагировать на вызовы современности.

Одним из таких инструментов стал искусственный интеллект (ИИ). Благодаря своим возможностям в области анализа больших данных, прогнозирования и автоматизации процессов, ИИ позволяет энергокомпаниям оптимизировать маркетинговую деятельность, персонализировать клиентский опыт, минимизировать затраты и увеличивать операционную эффективность. Например, использование ИИ в прогнозировании потребительского спроса на энергию или в разработке динамических тарифных планов дает компаниям значительное конкурентное преимущество [2].

Кроме того, внедрение ИИ способствует решению стратегических задач в области устойчивого развития. Благодаря анализу данных о потреблении энергии, выбросах углерода и предпочтениях клиентов, компании могут выстраивать эффективные экологически ориентированные маркетинговые кампании, что особенно важно в условиях глобальной климатической повестки.

Цель данной статьи - изучить ключевые области применения ИИ в маркетинговых стратегиях энергокомпаний, продемонстрировать его потенциал в повышении конкурентоспособности и раскрыть перспективы дальнейшего использования технологий ИИ в энергетической отрасли.

Применение ИИ для анализа потребительских данных

В современном цифровом мире данные являются ключевым ресурсом для принятия эффективных управленческих решений. Энергетические компании располагают огромными массивами информации, включая данные о потреблении электроэнергии, демографические характеристики клиентов, их поведенче-

ские модели, а также внешние рыночные и экологические факторы. Однако без современных инструментов анализа эти данные остаются неструктурированными и малоэффективными для практического применения. ИИ решает эту проблему, открывая новые возможности для глубокого анализа данных и их интеграции в маркетинговые стратегии [3]. При этом, ИИ позволяет энергетическим компаниям:

1. Сегментировать аудиторию. ИИ использует алгоритмы машинного обучения (МО) для разделения клиентской базы на целевые группы на основе уровня энергопотребления, поведения, предпочтений и географического расположения. Такая сегментация позволяет разрабатывать более точечные маркетинговые кампании, соответствующие интересам каждой группы. Например, можно выделить отдельные сегменты для корпоративных клиентов, домохозяйств с высокими расходами на электроэнергию и пользователей, заинтересованных в возобновляемых источниках энергии.

2. Прогнозировать спрос на электроэнергию. Сезонные колебания, погодные условия, экономическая активность и демографические изменения — все это факторы, влияющие на спрос на электроэнергию. ИИ способен анализировать исторические данные и внешние переменные, чтобы предсказать будущие изменения в потреблении. Это позволяет энергокомпаниям планировать свою деятельность более эффективно, избегать перебоев в поставках и избыточного производства энергии.

3. Создавать персонализированные предложения. На основе анализа данных о потреблении и предпочтениях ИИ формирует индивидуализированные тарифные планы и дополнительные услуги, адаптированные к конкретным потребностям клиентов. Например, клиенту, который активно использует электроэнергию в ночное время, можно предложить тариф с пониженной ставкой на этот период. Такие персонализированные подходы способствуют повышению лояльности клиентов и увеличению их удовлетворенности услугами компании.

4. Выявлять скрытые паттерны. ИИ способен обнаруживать корреляции и аномалии в данных, которые сложно заметить с помощью традиционных методов анализа. Например, ИИ может выявить, что клиенты в определенных регионах чаще подключаются к услугам возобновляемой энергии после проведения образовательных кампаний, что позволит оптимизировать маркетинговые усилия.

Использование алгоритмов МО для создания динамических тарифных планов стало одним из ключевых решений в энергетике. Например, алгоритмы анализируют поведение клиентов — их время максимального потребления энергии, уровень расходов и предпочтения — и на основе этих данных предлагают гибкие тарифы, которые могут меняться в зависимости от времени суток, погодных условий или текущего спроса. Такое решение не только оптимизирует затраты для потребителей, но и помогает компании управлять нагрузкой на сеть, что особенно важно в пиковые периоды.

Поэтому, компании, внедрившие ИИ для анализа потребительских данных, отмечают рост удовлетворенности клиентов, увеличение их лояльности и со-

кращение операционных затрат. По данным исследований, точная сегментация и персонализация предложений могут повысить вероятность отклика на маркетинговую кампанию на 30–40%. Кроме того, прогнозирование спроса с помощью ИИ позволяет сократить издержки на 10–15%, обеспечивая более устойчивую и эффективную работу энергосистемы [4].

Таким образом, ИИ становится не просто технологией, а стратегическим активом, который трансформирует подходы к маркетингу и взаимодействию с клиентами в энергетической отрасли.

Оптимизация клиентского опыта с помощью чат-ботов

В эпоху цифровизации потребители ожидают моментального и качественного обслуживания. Для энергетических компаний, взаимодействующих с тысячами клиентов ежедневно, предоставление оперативной поддержки становится важным фактором конкурентного преимущества. Одним из наиболее эффективных решений в этой области стали чат-боты на основе ИИ. Эти виртуальные помощники не только обеспечивают доступ к информации в режиме реального времени, но и значительно повышают эффективность взаимодействия с клиентами [5].

Преимущества внедрения чат-ботов

1. Круглосуточная поддержка

Чат-боты позволяют предоставлять клиентам помощь в режиме 24/7, независимо от времени суток или праздничных дней. Это особенно важно для решения вопросов, связанных с аварийными отключениями электроэнергии, уточнением текущих тарифов или подачей заявок на обслуживание. Клиенты больше не зависят от человеческого фактора и могут быстро получить ответы на свои запросы.

2. Снижение операционных затрат

Автоматизация стандартных задач, таких как ответы на часто задаваемые вопросы, оформление заявок или предоставление информации о балансе счёта, значительно снижает нагрузку на колл-центры и отделы обслуживания клиентов. Это позволяет компаниям перераспределить ресурсы на более сложные задачи и сократить затраты на персонал.

3. Сбор обратной связи

Современные чат-боты могут собирать отзывы клиентов и анализировать их с помощью ИИ. Это помогает энергетическим компаниям быстро реагировать на жалобы, улучшать качество услуг и выявлять потенциальные проблемы до их масштабного распространения.

4. Персонализация взаимодействия

Благодаря интеграции с системами управления данными о клиентах (CRM), чат-боты могут предлагать индивидуальные решения и рекомендации. Например, клиенту, заинтересованному в энергоэффективных технологиях, бот может предложить информацию о скидках на установку солнечных панелей или обновления тарифов.

5. Образовательная функция

Многие клиенты недостаточно информированы о возможностях энергосбережения или доступных тарифах. Чат-боты могут выполнять роль "информаторов", обучая клиентов использовать ресурсы рационально. Это не только способствует удовлетворению потребностей клиентов, но и формирует положительный имидж компании.

Одним из успешных кейсов является внедрение чат-ботов для автоматической обработки заявок на подключение новых услуг. Например, клиент может через чат-бота подать заявку на подключение "умного" счётчика электроэнергии. Бот проверяет доступность услуги, собирает необходимые данные, отправляет уведомление о сроках выполнения работ и отвечает на все дополнительные вопросы клиента. Этот процесс полностью автоматизирован, что исключает человеческие ошибки и значительно ускоряет обработку запросов [6].

Другим примером является предоставление консультаций по энергоэффективным решениям. Клиенты могут запросить информацию о способах снижения энергопотребления, а чат-бот предложит практические рекомендации, исходя из их текущих привычек и данных о потреблении.

Отсюда компании, использующие чат-ботов, отмечают следующие преимущества:

- Сокращение времени отклика на запросы клиентов до нескольких секунд;
- Увеличение клиентской удовлетворённости за счёт постоянного доступа к информации;
- Снижение затрат на обслуживание клиентов на 20–30%;
- Увеличение уровня лояльности за счёт персонализированного подхода и оперативного решения проблем.

Следует отметить, что с развитием технологий ИИ функциональность чат-ботов будет расширяться. Будущие решения могут включать голосовые ассистенты, интеграцию с устройствами "умного дома" и даже использование ИИ для проактивного взаимодействия, когда бот сам уведомляет клиента о выгодных предложениях или предстоящих изменениях в тарифах.

Поэтому чат-боты становятся важным инструментом для оптимизации клиентского опыта и повышения эффективности маркетинговых стратегий в энергетической отрасли. Внедрение этих технологий помогает энергокомпаниям не только решать текущие задачи, но и выстраивать долгосрочные отношения с клиентами.

Заключение

Таким образом, ИИ открывает широкие возможности для маркетинговых стратегий энергокомпаний, повышая их конкурентоспособность, операционную эффективность и готовность к вызовам современного рынка. Использование ИИ способствует персонализации предложений, оптимизации клиентского опыта, повышению качества обслуживания и разработке экологически ориентированных стратегий.

Список литературы

1. Глухов В. В. Цифровая трансформация энергетики: вызовы и возможности. - Москва: Издательство «Энергия», - 2023.

2. Исаев А. И. Искусственный интеллект в бизнесе: практические подходы и перспективы, Санкт-Петербург, - 2022.
3. Иванов С. П., Петров А. В. Big Data в энергетике: теория и практика. - Екатеринбург: Уральское издательство, - 2021.
4. Ягнюк И. М. Цифровая трансформация маркетинга как основа успешной деятельности, «Новое в экономической кибернетике» №4, 2023 г. - С.15-17.
5. Официальный сайт Microsoft AI Solutions for Energy. - URL: <https://www.microsoft.com/ai/energy>
6. Forbes Insights. How AI is Shaping the Energy Industry. — URL: <https://www.forbes.com>

УДК 004.056.5

БОЯНЦЕВ АЛЕКСАНДР АНДРЕЕВИЧ, студент
КУЛЕШОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА, к.т.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: sasaoboancev@gmail.com

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ

В статье проведен обзор принципов, подходов и методов формирования комплексной системы защиты информации на энергетических объектах. Актуальность исследования обусловлена тем, что устранение уязвимостей и усиление защиты на упреждающей основе обеспечивает бесперебойную подачу электроэнергии и защиту критически важной инфраструктуры.

Ключевые слова: автоматизация электроэнергетической отрасли, кибербезопасность, автоматизированная система управления, защита информации, уязвимости критически важной инфраструктуры.

Электроэнергетика, является одним из ключевых секторов российской экономики, отвечает за удовлетворение потребностей населения страны, а также различных секторов экономики в электрической и тепловой энергии. В связи с этим, изучение инструментов развития российской электроэнергетики в современных условиях представляется особенно важным [1].

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) широко применяются в электроэнергетике и в таких отраслях, как аграрная промышленность, нефтегазовый комплекс, машиностроение, горнодобывающий производственный комплекс, металлообработка, пищевая промышленность и др. АСУ ТП представляет собой совокупность технических и программных средств, разработанных для автоматизации управления технологическим оборудованием [2]. Современные АСУ ТП осуществляют управление сложными и потенциально опасными технологическими процессами. Увеличение сложности таких систем неизбежно приводит к появлению различного рода уязвимостей, наличие которых позволяет злоумышленникам проникать в автоматизированные системы управления, брать их под контроль, а также нарушать нормальную работу контролируемых ими технологических процессов [3].

Стоит отметить, что уязвимость определяется как любая характеристика или особенность информационной системы, которая может быть использована злоумышленником для реализации угрозы [4]. Проведение атаки предполагает использование одной или нескольких уязвимостей системы, поэтому для надежной защиты АСУ ТП необходимо выявление и устранение критических уязвимости.

За последнее десятилетие были зафиксированы успешные кибератаки в энергетическом секторе [5]. Инциденты, обусловленные уязвимостью АСУ ТП в таких отраслях, как электроэнергетика, химическая индустрия, нефтегазовая промышленность и транспорт, могут привести к значительным убыткам для бизнеса и вызвать серьезные экологические и социальные последствия, включая угрозы здоровью и жизни людей. Вероятность возникновения техногенных катастроф определяется не только надежностью системы, но и её защищенностью.

В работе [6] рассматриваются основы моделирования систем защиты данных в области управления и контроля электроэнергетикой. Анализируются принципы, подходы и методы формирования комплексной системы защиты информации на энергетических объектах. Предлагается интегративный подход к моделированию системы информационной безопасности, учитывающий многоуровневую организацию информационного обмена в данной сфере. Этот подход основывается на следующих принципах:

1. Соблюдение принципов, касающихся защищаемой информации, включая законность, полноту, обоснованность, распределение прав доступа, участие субъектов защиты, персональную ответственность, следование руководству по защите информации и принятие предупредительных мер по ЗИ.

2. Учет условий системного подхода, включая целевые, программные, временные и организационные аспекты.

3. Применение методологии, сочетающей вербальное, физическое и математическое моделирование.

4. Включение условий использования аналитической стохастической частной модели.

5. Начальный этап разработки системы защиты информации должен быть сосредоточен на идентификации потребителей, объектов и субъектов электроэнергетики, а также на установлении взаимосвязей между ними.

Устранение уязвимостей и усиление защиты на упреждающей основе обеспечивает бесперебойную подачу электроэнергии и защиту критически важной инфраструктуры от киберугроз.

В работе [2] рассматриваются основные уязвимости АСУ ТП на основе анализа документа NIST SP 800-82. Авторы предлагает классификацию типичных и наиболее опасных уязвимостей по причинам их возникновения, а также предоставляет рекомендации по их устранению, основанные на анализе архитектуры АСУ ТП и различных этапов её жизненного цикла. В исследовании затрагиваются различные аспекты проектирования и эксплуатации АСУ ТП, включая разработку системы, её настройку, обслуживание, а также рассматриваются компоненты таких систем и сетевые соединения, каждый из которых имеет

свои специфические уязвимости. На основе проведенного анализа авторы сопоставили требования и рекомендации российских стандартов с международным опытом.

В работе [7] представлены концептуальные основы оценки уровня безопасности автоматизированных систем на основе их уязвимостей. Проведен анализ нормативных стандартов, методических рекомендаций и нормативных документов в области оценки и классификации уязвимостей информационных систем. По результатам анализа авторами был сделан вывод о том, что термины автоматизированная система и информационная система равнозначны, что позволяет применять все необходимые требования, рекомендации, формальные описания и другие стандартизированные требования, применимые к информационным системам. В работе также проведен анализ процессов обнаружения уязвимостей автоматизированной системы, формирования наборов уязвимостей, определения базовых и текущих уязвимостей автоматизированной системы, а также представлены способы устранения этих уязвимостей. Авторами предложена методология оценки уровня безопасности путем анализа критичности уязвимостей автоматизированной системы.

В работе [5] представлен превентивный подход к обеспечению безопасности автоматизированных систем управления, который заключается в выявлении и использовании существующих уязвимостей путем моделирования возможных кибератак. Отмечается, что автоматизация такого достаточно трудоемкого процесса, как «тестирование на проникновение», позволяет сократить временные, финансовые затраты и другие ресурсы. Изучены основные методы выявления уязвимостей, в том числе с использованием искусственного интеллекта. Представленный подход к оптимизации процесса тестирования на проникновение в АСУ ТП основан на алгоритмах машинного обучения. Предпочтение отдается машинному обучению с подкреплением, основанному на алгоритме глубокого Q-обучения. В работе также предлагается интеграция методов сетевого сканирования, построение графа атак и обучение нейронных сетей для эффективного выявления уязвимостей и рисков в сетевых инфраструктурах.

В работе [8] проведен анализ кибербезопасности АСУ ТП в электроснабжении с использованием инструментов оценки уязвимостей и тестирования на проникновение. Авторы подчёркивают острую необходимость оценки и снижения рисков кибербезопасности для обеспечения надёжности, целостности и отказоустойчивости этих систем. В исследовании отмечается растущее число угроз, с которыми сталкиваются взаимосвязанные и зависящие от цифровых технологий системы электроснабжения, и подчёркивается серьёзность последствий потенциальных кибератак. В работе представлены инструменты оценки уязвимостей и тестирования на проникновение предлагают, на базе которых построен эффективный подход к выявлению уязвимостей и оценке уровня безопасности. Оценка уязвимостей направлена на выявление слабых мест в программном обеспечении, аппаратном обеспечении и сетевой инфраструктуре. Исследование направлено на выявление потенциальных уязвимостей, оценку реакции

системы на атаки и предоставление рекомендаций по повышению общей безопасности.

Системы управления и автоматизации электроснабжения включают в себя как системы управления технологическими процессами, так и системы диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA), которые обеспечивают безопасные, надежные и эффективные физические процессы в энергетической системе. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – вариант человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего диспетчеризацию, управление и обработку данных. Системы управления и автоматизации электроснабжения, включая SCADA, играют ключевую роль в обеспечении безопасных и эффективных процессов в энергетических системах. Эти системы требуют надежного и защищенного обмена данными для контроля и обработки информации. В этом контексте разработка методов определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях помогает повысить безопасность и достоверность сообщений, передаваемых в распределенных системах. Таким образом, внедрение механизмов аутентификации источников сообщений в SCADA-системах может значительно улучшить защиту передаваемых данных и устойчивость к ошибкам, тем самым обеспечивая более высокую надежность и безопасность электроснабжения [9].

В работе [10] отмечается растущая зависимость между территориально распределенным характером систем промышленной автоматизации и увеличением высокосвязности систем SCADA, в следствие чего последние перестали быть строго изолированными. Такого рода взаимосвязанность между системами повышает эффективность работы, обеспечивая простоту управления и мониторинга технологических процессов, однако это неизбежное преобразование также подвергает систему управления воздействию внешнего мира. В результате требуются эффективные стратегии безопасности, поскольку любая уязвимость системы SCADA может привести к серьезным финансовым последствиям. Основная задача при выявлении уязвимостей в системе – обеспечение своевременной осведомленности об уязвимостях и угрозах в SCADA. На основе проведенного анализа реальных инцидентов, зарегистрированных в стандартных базах данных уязвимостей, авторами дан всесторонний обзор различных типов потенциальных уязвимостей SCADA, а также даны рекомендации по повышению уровня безопасности в таких системах.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод о критической необходимости формирования комплексной системы защиты информации на энергетических объектах, учитывающей современные угрозы кибербезопасности и многоуровневую организацию информационного взаимодействия. Наличие уязвимостей в АСУ ТП создает риски для бесперебойного обеспечения электроэнергией и для безопасности критически важной инфраструктуры. Применение интегративного подхода, сочетающего аналитическое, физическое и математическое моделирование, а также современные методы тестирования на проникновение с использованием машинного обучения, позволяет оптимизировать процессы выявления и устранения уязвимостей. Важным является также

закрепление принципов, касающихся защищаемой информации, и системный подход к идентификации участников и объектов в электроэнергетике. Результаты анализа подчеркивают необходимость разработки стратегий безопасности, адаптированных к специфике и взаимосвязанности систем управления технологическими процессами, что требует постоянного мониторинга и оценки потенциальных угроз с целью обеспечения устойчивости и надежности системы в целом.

Список литературы

1. Borodin, A.E. Tools for the development of the Russian electric power industry in current realities / A.E. Borodin, M.V. Chernyaev // Russian Journal of Industrial Economics. – 2024. – vol. 17. – pp. 300-310.
2. Каменских, А.Н. Анализ рекомендаций по защите автоматизированных систем управления с целью выявления типичных уязвимостей / А.Н. Каменских, Д.А. Бортник // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2016. – №17.
3. Квасов, А. Ю. Вопросы кибербезопасности информационных систем / А. Ю. Квасов, А. Е. Волобуев, Е. А. Кулешова // Молодежь и системная модернизация страны: Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 371-374.
4. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.
5. Nyrkov, A.P. Optimization of the penetration testing process in automated process control systems using machine learning algorithms / A.P. Nyrkov, A.V. Kirikov, E.S. Yumasheva // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. – 2024. – vol. 16. – pp. 456-466.
6. Дячук, В.С. Комплексный подход к моделированию системы защиты данных в электроэнергетике / В.С. Дячук // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. – 2016. – №3.
7. Efimov, A.O. Conceptual foundations for assessing the level of security of automated systems based on their vulnerability / A.O. Efimov, I.I. Livshits, T.V. Meshcheryakov, E.A. Rogozin // Bezopasnost informacionnyh tehnology. – 2023. – vol.30. – pp. 63-79.
8. Nidhi, R.K. Cyber Security Analysis of a Power Distribution System Using Vulnerability Assessment and Penetration Testing Tools / R.K. Nidhi, M. Pradish, M. Suneetha // Power Research - A Journal of CPRI. – 2024. – 17-25.
9. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".
10. Upadhyay, D. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Vulnerability Assessment and Security Recommendations / D. Upadhyay, S. Sampalli // Computers & Security. – 2020. – Vol.8. – pp. 1-19.

РОМАНОВ ВЛАДИМИР ОЛЕГОВИЧ, студент
talin.alexej@yandex.ru
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

КОЛЛЕКТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Энергетическая безопасность северных регионов Российской Федерации является фундаментальным условием устойчивого развития и национальной безопасности страны. В данной статье исследуются правовые аспекты коллективного обеспечения региональной энергетической безопасности на Севере России. Анализируется существующая нормативно-правовая база, регулирующая отношения в сфере энергетики в условиях северных территорий, выявляются недостатки и проблемы правового регулирования, обусловленные специфическими климатическими, географическими и социально-экономическими особенностями региона. Предложен комплекс мер по совершенствованию законодательства, включая разработку специализированных нормативных актов, усиление взаимодействия между федеральными, региональными органами власти, бизнесом и местными сообществами, стимулирование развития возобновляемых источников энергии и усиление экологических стандартов. Сделан вывод о необходимости формирования гибкого и адаптивного правового механизма, учитывающего специфические потребности северных регионов и обеспечивающего эффективное коллективное обеспечение их энергетической безопасности.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, северные регионы России, правовое регулирование, коллективное обеспечение, государственно-частное партнерство, экологические стандарты, возобновляемые источники энергии, местные сообщества.

Энергетическая безопасность является одним из ключевых компонентов национальной безопасности государства и представляет собой фундамент устойчивого социально-экономического развития [1]. В условиях глобальной конкуренции за энергетические ресурсы и усложнения международной обстановки, обеспечение энергетической безопасности приобретает особую актуальность. Северные регионы России, обладая уникальным потенциалом по добыче и переработке энергетических ресурсов, играют стратегическую роль в укреплении энергетической мощи страны [2].

Северные территории Российской Федерации, включающие регионы Крайнего Севера и Арктической зоны, характеризуются экстремальными климатическими условиями, удаленностью от основных промышленных центров и недостаточно развитой инфраструктурой [3]. Эти факторы создают дополнительные риски и сложности в обеспечении стабильного и надежного энергоснабжения, что требует особого подхода к организации энергетической политики в данных регионах.

Основные факторы, влияющие на энергетическую безопасность северных регионов [4]:

1. Климатические условия — низкие температуры, полярная ночь, сложные погодные условия затрудняют строительство и эксплуатацию энергетической инфраструктуры [6].

2. Географическая удаленность — значительная отдаленность от центральных регионов страны усложняет транспортировку энергоресурсов и повышает стоимость энергоснабжения [7].

3. Инфраструктурные ограничения — недостаточное развитие транспортной и энергетической инфраструктуры затрудняет доступность энергоресурсов для населения и предприятий [8].

4. Правовое регулирование в сфере энергетики играет ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности.

Согласно Конституции Российской Федерации, вопросы владения, пользования и распоряжения природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов. Это означает, что региональные органы власти имеют значительные полномочия в сфере энергетической политики.

Тем не менее, практика показывает, что участие региональных и местных органов власти в обеспечении энергетической безопасности ограничено. Основные причины [5]:

- Недостаточность финансовых ресурсов — ограниченные бюджеты не позволяют реализовывать крупные энергетические проекты.

- Нехватка компетенций — отсутствие специалистов и опыта в области энергетики затрудняет эффективное управление этой сферой.

- Регулирующая роль федеральных органов — доминирование федеральных структур в принятии решений снижает автономность регионов.

Анализ законодательства и практики коллективного обеспечения энергетической безопасности в северных регионах России позволил выявить ряд проблем и недостатков.

1. Отсутствие четких правовых механизмов взаимодействия

На сегодняшний день отсутствуют нормативно закрепленные процедуры координации действий между федеральными, региональными и местными органами власти, а также с частными компаниями и общественными организациями. Это приводит к разрозненности усилий и снижению эффективности энергетической политики.

2. Недостаточное участие местных сообществ

Коренные народы и местные жители северных регионов часто остаются вне процесса принятия решений, что может

вызывать социальную напряженность и конфликты. Законодательство не предусматривает обязательного участия местных сообществ в обсуждении и реализации энергетических проектов.

3. Ограниченное развитие государственно-частного партнерства

• Несмотря на наличие правовых основ для государственно-частного партнерства, его применение в северных регионах ограничено. Основные препятствия:

- Высокие риски — экстремальные условия повышают риски для инвесторов.
- Неясность правового регулирования — отсутствие специализированных норм для северных территорий.

4. Проблемы экологической безопасности

Энергетические проекты в северных регионах могут оказать серьезное негативное воздействие на окружающую среду. Законодательство предусматривает экологическую экспертизу, но ее процедуры и стандарты не всегда адаптированы к специфике севера.

5. Недостаточное развитие возобновляемых источников энергии

Северные регионы обладают значительным потенциалом в области возобновляемой энергетики (ветер, гидроэнергия, солнечная энергия), но правовые и экономические стимулы для их развития недостаточны.

Предложения по совершенствованию правового регулирования

На основе проведенного исследования предлагается ряд мер:

1. Разработка и принятие Федерального закона «О коллективном обеспечении региональной энергетической безопасности северных регионов Российской Федерации»

Закон должен установить:

- Принципы и цели энергетической политики в северных регионах.
- Механизмы взаимодействия между субъектами федерального и регионального уровня, органами местного самоуправления, коммерческими организациями и общественностью.
- Порядок участия местных сообществ в принятии решений.
- Специфические требования к реализации энергетических проектов в северных условиях.

2. Внесение изменений в законодательство о государственно-частном партнерстве

Необходимо:

- Уточнить правовой статус государственно-частных партнерств в энергетической сфере с учетом специфики северных регионов.
- Предусмотреть налоговые льготы и гарантии для инвесторов.
- Упростить процедуры заключения соглашений и получения разрешений.

Таким образом, коллективное обеспечение региональной энергетической безопасности северных регионов России является сложной и многогранной задачей, требующей системного и комплексного подхода. Проведенное исследование показало, что существующее правовое регулирование не в полной мере соответствует специфике и потребностям северных территорий.

Предложенные меры по разработке специализированного законодательства, усилению механизмов взаимодействия, стимулированию инвестиций и разви-

тию международного сотрудничества позволят создать эффективную систему коллективного обеспечения энергетической безопасности. Это будет способствовать устойчивому развитию северных регионов, повышению качества жизни населения и укреплению позиций России в Арктическом регионе.

Таким образом, правовой механизм коллективного обеспечения энергетической безопасности должен учитывать многообразие факторов и интересов, быть гибким и адаптивным к изменяющимся условиям. Совершенствование законодательства в данной сфере является необходимым условием для реализации потенциала северных территорий и обеспечения национальных интересов России.

Список литературы

1. Долгиев, М. М. Механизм обеспечения энергетической безопасности как ключевой инструмент регионального развития : специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Долгиев Мурат Магомедович. – Майкоп, 2012. – 26 с.
2. Лапшина, К. М. Роль региональных властей в обеспечении энергетической безопасности субъектов РФ / К. М. Лапшина // *Arts Administrandi (Искусство управления)*. – 2017. – Т. 9, № 4. – С. 607-628. – DOI 10.17072/2218-9173-2017-4-607-628
3. Кошеленко, В. В. Направления региональной инновационной политики в сфере обеспечения энергетической безопасности / В. В. Кошеленко // *Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности : Материалы III Международной научной конференции, Донецк, 25 октября 2018 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. Том 3. Часть 1. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2018. – С. 242-244.*
4. Биев, А. А. Формирование подсистемы снабжения нефтепродуктами в арктических регионах России: современное состояние и перспективы развития / А. А. Биев // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. – 2017. – № 1(52). – С. 191-200.
5. Ярошук, А. Б. Государственное финансирование технологические инновации в малой энергетике как инструмент повышения региональной энергетической безопасности / А. Б. Ярошук // *Наука обозрение. Серия 1: Экономика и право*. – 2019. – № 5. – С. 52-61.
6. Павлов, Е.В. Анализ состояния энергетической безопасности в РФ / Е.В. Павлов, И.М. Чапинский, Н.В. Поляков // *Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции*. Курск, 2022. – С. 210-213.
7. Павлов, Е.В. Анализ современных технологий в обеспечении электроэнергией населения / Е.В. Павлов, И.М. Чапинский, Н.В. Поляков // *Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции*. Курск, 2022. – С. 206-209.
8. Букреев, З.В. Анализ перспективных систем транспортировки электрической энергии / З.В. Букреев, Е.В. Павлов // *Электроэнергетика сегодня и завтра: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции*. Курск, 2023. – С. 92-94.

ПАНЬКОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, магистрант

Научный руководитель –

ЕГОРОВА ВИКТОРИЯ ИГОРЕВНА, к.ф.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
dmitry.pankov.official@gmail.ru

ВОПРОСЫ ПЕРЕВОДА СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

В данной работе рассматриваются ключевые аспекты перевода стандартов в области цифровых подстанций, поднимаются вопросы, связанные с трудностями перевода, включая технические нюансы, необходимость адаптации терминологии.

Ключевые слова: стандарт, МЭК 61850, цифровые подстанции, перевод.

В течение последнего десятилетия наблюдается значительный рост использования цифровых данных в различных областях. Распределительные подстанции, электростанции, а также промышленные, коммерческие и даже бытовые потребители все чаще представляют свои процессы и операции в цифровом формате. Это привело к возникновению необходимости в новой информационной модели, способной эффективно управлять обширным числом устройств и обеспечивать их взаимодействие между собой. В ответ на эти требования был разработан стандарт МЭК 61850, который охватывает системы и сети связи подстанций. Этот стандарт стал основой для интеграции и автоматизации процессов в энергетическом секторе, обеспечивая надежную и эффективную коммуникацию между различными устройствами и системами.

В 2004 году был опубликован первый выпуск стандарта, который стал важным шагом в развитии автоматизации и цифровизации энергетических систем. С тех пор он продолжал эволюционировать, добавляя новые функции и улучшая существующие. К 2010 году стандарт уже находился на стадии активного развития и внедрения. На тот момент он уже зарекомендовал себя как важный инструмент для автоматизации подстанций и управления электрическими сетями.

Однако несмотря на бурное развитие зарубежом, первые официальные переводы данного стандарта в России начали появляться лишь в 2011 году, когда производилось введение в действие ГОСТ по некоторым его разделам [1]. Неофициальные же переводы и различные внутренние документы организаций по-разному толковали те или иные термины, чем вносили непонимание в ряды как производителей оборудования, так и проектировщиков, стремящихся внедрять передовые технологии.

Вызван данный факт был рядом объективных причин, которые будут рассмотрены ниже.

Стандарты МЭК содержат много специализированной терминологии, которая может не иметь точных аналогов в русском языке. Особенно это касалось рассматриваемого стандарта о цифровых подстанциях. Множество терминов впервые вводились даже на языке оригинала, часто были переплетены с компьютерными и информационными технологиями, что накладывало еще больше проблем. Так один из базовых протоколов передачи данных, названный Generic Object Oriented Substation Event (GOOSE) фактически никак не отражал смысла

и механизма работы при буквальном переводе «общее объектно-ориентированное событие на подстанции» [2].

Классический же вопрос, с различными толкованиями того или иного слова можно четко проследить на примере термина Intelligent Electronic Device (IED), который с тех пор откликается «умными» и «интеллектуальными» электронными устройствами в каталогах тех или иных заводов-производителей.

Важность сохранения единообразия в использовании терминов на протяжении всего текста также никак не учитывалась до издания первых официальных переводов в виде ГОСТ. Если в отдельных частях стандарта, который содержит более десяти частей, консистентность еще возможно было проследить, то при попытке собрать издания воедино возникало крайне много несостыковок. Все потому, что специалисты различных предприятий никак не контактировали между собой при создании перевода, а вопрос актуализации, учета ревизий даже не поднимался.

Отсюда же вытекала и следующая проблема: организации, работающие с стандартом МЭК 61850, часто переводили только те части стандарта, которые были им непосредственно необходимы. Это приводило к несистематичному подходу к переводу стандарта.

В результате, разные организации имели свои собственные, не всегда согласующиеся между собой, версии перевода стандарта. Это могло привести к путанице и ошибкам при реализации проектов, требующих взаимодействия между различными устройствами и системами [3].

Кроме того, несистематичный подход к переводу стандарта МЭК 61850 ограничивал возможности его использования в полном объеме. Стандарт предназначен для обеспечения взаимодействия между различными устройствами и системами, но если его перевод не был выполнен систематически и полностью, то он не мог функционировать эффективно.

В целом, необходимость в систематическом и полном переводе стандарта МЭК 61850 была очевидна, чтобы обеспечить его эффективное и согласованное применение в энергетической отрасли.

Стоит также упомянуть, что стандарты имеют строгую структуру и формат, которые необходимо сохранить при переводе. Это может быть сложно, особенно если в русском языке есть свои стилистические особенности.

Немаловажным было и то, что данный стандарт ссылался на множество других, которые также необходимо корректно перевести и адаптировать.

Тем не менее переводы организаций, энтузиастов, а также обсуждения, опубликованные в рамках научных статей, формировали некоторое понимание и основы для грядущих систематизации и стандартизации терминов, понятий, которые стали появляться в сфере электроэнергетики с приходом цифровых подстанций.

Официальное издание перевода стандарта МЭК 61850 в формате ГОСТ стало крайне значимым событием, поскольку оно наконец положило конец разночтениям и несогласованности переводов. Это событие облегчило реализацию сис-

тем, соответствующих стандарту МЭК 61850, гарантировало его признание и обязательность в промышленном и экономическом секторах страны.

Список литературы

1. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009. Сети и системы связи на подстанциях. Введ 2011-01-01 // №3(75)
2. Аношин А.В. Релейная защита. МЭК 61850 // Новости ЭлектроТехники. - 2012. - №3(75)
3. Оборин С.В. Особенности реализации и практического использования стандарта мэк 61850 // Релейная защита и автоматизация. - 2012. - №03

ПАРАКШИН ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ, студент
ВАЙНЕР ЛЕОНИД ГРИГОРЬЕВИЧ, д. т. н., профессор
Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Россия
2021100737@pnu.edu.ru 004171@pnu.edu.ru

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОПАСТИ ВИНТА ВЕТРОГЕНЕРАТОРА В САД-САЕ СИСТЕМЕ

В статье оценивается возможность и целесообразность применения САД-САЕ системы автоматизированного проектирования для изучения устройства ветрогенератора. Были предложены методики исследования взаимодействия пропеллера ветрогенератора с потоком и напряженно-деформационного состояния лопастей пропеллера. Проведен анализ результатов и сделан вывод о целесообразности использования программы в научных и учебных задачах.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, ветрогенератор, лопасть, напряжения, деформации.

В настоящее время применение систем автоматизированного проектирования стало повсеместным. Их применяют в различных отраслях промышленности для сокращения трудоемкости проектирования и планирования, уменьшения затрат на натурное моделирование и испытания, повышения качества и технико-экономического уровня результатов проектирования. Кроме того, автоматизация проектирования открывает новые возможности по представлению и описанию различных технических устройств и процессов при решении исследовательских и учебных задач.

Среди систем автоматизированного проектирования наибольшую популярность сегодня приобрели так называемые системы среднего класса в частности: SolidWork, nanoCAD и АПМ WinMachine [1, 2]:

nanoCAD – отечественная программа векторной и растровой графики, разрабатываемая компанией ООО "Нанософт разработка", предназначенная для автоматизации проектной деятельности по широкому спектру отраслевых направлений;

АПМ WinMahine – отечественная программа, разрабатываемая научно-техническим центром АПМ, позволяет проводить анализ напряженно-

деформированного состояния трехмерных объектов любой сложности при произвольном закреплении, статическом или динамическом нагружении;

SolidWorks – система автоматизированного проектирования, разрабатываемая компанией "Dassault Systemes", является универсальной программой для создания трехмерных моделей, промышленного дизайна, инженерного анализа в исследовательских и конструкторских задачах.

Среди представленных программ SolidWorks является наиболее универсальной, поскольку в ней можно выполнять не только трехмерное моделирование, но и проводить расчеты и инженерный анализ конструкций, находящихся под действием различных физических воздействий.

Одной из тенденций современного технического образования является переход от натуральных объектов и экспериментов к их компьютерному моделированию и исследованию [3-5]. Особое значение это приобретает при обучении студентов технических направлений и специальностей [6].

В данной работе поставлена задача оценки эффективности применения системы автоматизированного проектирования SolidWorks для изучения устройства ветрогенератора. При этом был выполнен анализ взаимодействия пропеллера ветрогенератора с потоком и напряженно-деформационного состояния лопастей пропеллера.

На начальном этапе требуется создать трехмерную модель лопасти.

Методика создания трехмерной модели сводится к последовательности следующих операций:

1. Создание оси пропеллера. Сначала вычерчивается ось пропеллера, к которой в дальнейшем будут присоединены лопасти. Для этого используя команду "Вытянутая бобышка" вытягиваем исходный контур оси на необходимое расстояние.

2. Создание лопасти. Для этого вычерчивается контур лопасти в плоскости, параллельной оси пропеллера. Для придания геометрии более плавных форм рекомендуется использовать сплайн.

3. Задание толщины лопасти. Для того чтобы задать толщину лопасти нужно применить команду "Вытянутая бобышка" к ранее созданному эскизу.

4. Распределение лопастей по окружности оси. Для этого рекомендуется воспользоваться командой "Круговой массив", выбрав за ось вращения – ось пропеллера.

5. Загибание лопастей для придания им гнутого профиля. Для этого можно воспользоваться командой "Гибкие", с помощью которой можно согнуть созданные ранее лопасти под определенным углом.

Полученная модель пропеллера представлена ниже (рис. 1).

Главной особенностью трехмерного моделирования в программе SolidWorks является возможность вариации геометрических параметров и формы моделей, которые можно изменять в процессе исследования и проектирования.

Следующий этап - моделирование взаимодействия пропеллера с потоком и напряженно-деформированного состояния лопастей.

При построении трехмерной модели пропеллера использовался базовый модуль моделирования программы SolidWorks. Для анализа взаимодействия пропеллера с набегающим потоком воспользуемся встроенным в программу модулем FlowSimulation, который позволяет моделировать потоки жидкости и газа для вычисления их гидродинамических или аэродинамических параметров.

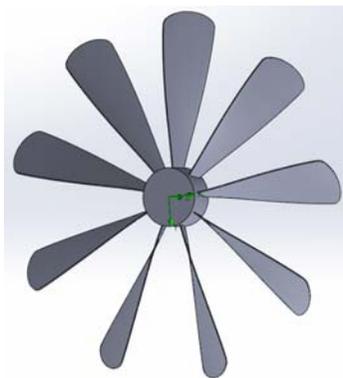


Рис. 1. Трехмерная модель пропеллера

В результате компьютерного эксперимента с заданными начальными условиями получаем картины распределения направления частиц и давления потока (рис. 2).

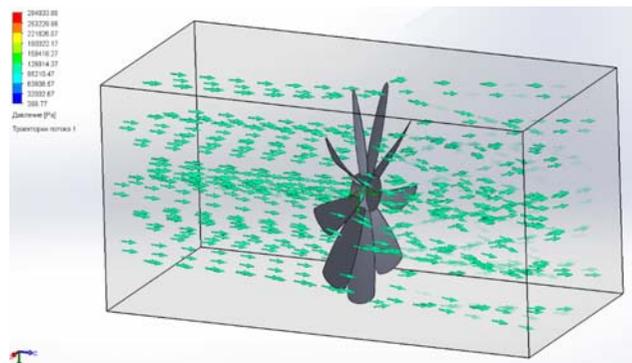


Рис. 2. Анализ потока

Анализ результатов моделирования показывает наличие завихрения при прохождении воздуха через лопасти, что подтверждает теоретические положения работы воздушного винта.

Моделирование напряженно-деформированного состояния лопастей рекомендуется выполнять во встроенном в программу модуле Simulation, в котором можно проводить прочностной анализ, а также расчет на устойчивость.

Для этого создаем новое исследование, задаем материал пропеллера и фиксируем его ось командой "Крепление". Далее задаем внешнюю нагрузку и запускаем компьютерный эксперимент командой "Запустить исследование".

В результате автоматизированных вычислений получаем картины распределения напряжений и деформаций в лопастях пропеллера под действием приложенных сил (рис. 3).

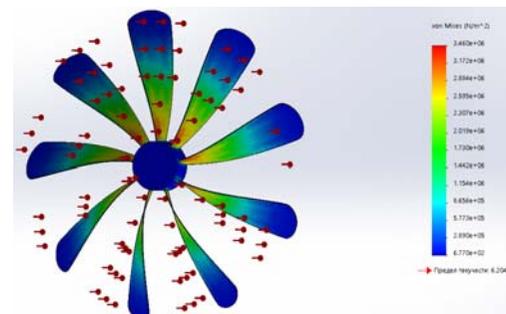


Рис. 3. Распределение напряжений в лопастях пропеллера

Результаты исследования хорошо согласуются с известными теоретическими положениями.

Таким образом, в данной работе показана эффективность использования программного комплекса SolidWorks в исследовательских и образовательных задачах. Предложены методики исследования взаимодействия пропеллера ветрогенератора с потоком и напряженно-деформированного состояния лопасти пропеллера. Исходя из анализа полученных результатов компьютерного моделирования, можно сделать вывод о том, что используемый программный комплекс обладает функционалом для наглядной демонстрации основных принципов и закономерностей работы ветрогенераторов, турбин и вентиляторов.

Список литературы

1. Бондарева Т.П., Морозова Н.В. Достоинства и недостатки в сравнительном анализе систем SolidWorkd, Autodesk Inventor и Компас 3D. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostoinstva-i-nedostatki-v-sravnitelnom-analize-sistem-solidworks-autodesk-inventor-i-kompas-3d/viewer> (дата обращения 17.11.2024).
2. Паракшин В.С., Вайнер Л.Г. Применение АПИМ WINMACHINE в инженерных учебных дисциплинах // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых (21-22 марта 2024 года) / редкол.: А.А. Горохов (отв. редактор), в 4-х томах, Том 4, - Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024, - С. 151-154.
3. Вайнер Л.Г., Фоменко И.Е. Моделирование процесса смесеобразования в камере сгорания ГТД // Инновации и инвестиции. – 2024. - № 6. – С. 361-363.
4. Вайнер Л.Г., Паракшин В.С., Сергеева П.Д. Моделирование и инженерный анализ коронки ковша экскаватора // Современные технологии, материалы и техника: сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции (20 декабря 2023 года) (отв. ред. Смоленцев Е. В.) – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2023.- С. 155-158.

5. М.В. Казак, П.Р. Чирков. Использование 3D технологий в лабораторных работах по курсу "Конструкция и прочность авиационных двигателей". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-3d-tehnologiy-v-laboratornyh-rabotah-po-kursu-konstruktsiya-i-prochnost-aviatsionnyh-dvigatelye/viewer> (дата обращения 17.11.2024).

6. В.А. Жмудь, Г.А. Французова, А.С. Востриков. Информационные технологии для улучшения образовательного процесса по техническим направлениям укрупненной группы специальностей "Управление в технических системах". [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://jurnal.nips.ru/sites/default/files/journal/ru/АиПИИ-4-2016.pdf> (дата обращения 17.11.2024).

УДК 004.056

ПАТРИКЕЕВ ДЕНИС ИГОРЕВИЧ, магистрант
КОСИЛОВА ЕЛИЗАВЕТА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: patrikeev.denya@yandex.ru

ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ: АНАЛИЗ РИСКОВ И УЯЗВИМОСТЕЙ

В данной статье рассматривается спектр основных угроз информационной безопасности в электроэнергетическом секторе.

Ключевые слова: безопасность, электроэнергетика, угрозы безопасности, информационная безопасность.

Информационная безопасность в электроэнергетическом секторе является одной из ключевых составляющих надежного функционирования критической инфраструктуры [1]. С увеличением зависимости от цифровых технологий и автоматизированных систем управления возрастает и вероятность возникновения различных угроз, способных нарушить стабильность энергоснабжения [2]. Учитывая, что электроэнергетика играет жизненно важную роль в экономике и повседневной жизни людей [3], обеспечение ее безопасности становится приоритетной задачей как для государственных органов, так и для частных компаний.

Современные киберугрозы, включая кибератаки, внутренние риски и физические угрозы, требуют системного подхода к их анализу и управлению [4]. Важно не только выявить потенциальные уязвимости в существующих системах, но и разработать эффективные меры по их устранению [5]. Целью статьи является создание целостного представления о состоянии информационной безопасности в данной области и выработка стратегий для минимизации возможных последствий от угроз.

Система электроснабжения представляет собой комплекс источников, а также систем преобразования, распределения и передачи электрической энергии

[6].

Основные компоненты электроэнергетической системы включают:

1. Генерация: это начальный этап, на котором производится электрическая энергия. Генераторы, работающие на различных источниках энергии (таких как уголь, газ, ядерное топливо, солнечная и ветровая энергия), преобразуют механическую энергию в электрическую. Существуют также возобновляемые источники энергии, которые становятся все более популярными.

2. Передача: после генерации электрическая энергия передается по высоковольтным линиям электропередачи на большие расстояния к распределительным подстанциям. Этот этап включает в себя использование трансформаторов для повышения напряжения, что позволяет уменьшить потери энергии при передаче.

3. Распределение: на этапе распределения электрическая энергия поступает в местные распределительные сети, где она преобразуется в более низкие напряжения, подходящие для использования в домах и предприятиях. Распределительные подстанции и линии электропередачи обеспечивают доставку электроэнергии конечным пользователям.

4. Потребление: это конечный этап, на котором электрическая энергия используется для различных нужд, включая освещение, отопление, работу бытовых и промышленных электроприборов.

5. Управление и мониторинг: важной частью электроэнергетической системы является управление и мониторинг всех процессов с использованием автоматизированных систем, таких как SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Эти системы обеспечивают контроль за состоянием оборудования, управление потоками энергии и оперативное реагирование на аварийные ситуации.

Электроэнергетическая система функционирует как единое целое, и сбои или уязвимости в одном из ее компонентов могут повлиять на общую надежность и стабильность энергоснабжения. Поэтому обеспечение информационной безопасности на всех уровнях этой системы является критически важным для предотвращения потенциальных угроз и обеспечения бесперебойной работы.

Роль информационных технологий особенно велика в стратегических отраслях экономики, одной из которых является электроэнергетика. Сложное производство нуждается в большей автоматизации. Развитие данной отрасли в настоящее время имеет ряд серьезных проблем, что исключает эффективную работу всех электроэнергетических процессов.

Основные аспекты этой роли можно выделить следующим образом:

1. Мониторинг и управление. SCADA-системы: использование систем SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) позволяет в реальном времени отслеживать состояние оборудования, контролировать потоки энергии и управлять процессами генерации, передачи и распределения электроэнергии. Эти системы обеспечивают оперативное реагирование на изменения и аварийные ситуации, что критически важно для поддержания стабильности энергоснабжения [7].

2. Анализ данных. Большие данные и аналитика: ИТ позволяют собирать и анализировать большие объемы данных, получаемых от различных компонентов энергосистемы. Это способствует прогнозированию потребления энергии, выявлению тенденций и оптимизации работы генераторов, что в свою очередь повышает эффективность и сокращает затраты.

3. Автоматизация процессов. Управление нагрузкой: информационные технологии способствуют автоматизации процессов управления нагрузкой и распределения ресурсов. Это снижает вероятность человеческих ошибок, повышает скорость реакции на изменения в спросе и улучшает общую эффективность системы.

4. Интеграция возобновляемых источников энергии. Гибкость системы: развитие ИТ позволяет интегрировать возобновляемые источники энергии, такие как солнечные и ветровые установки, в существующие энергосистемы. Это улучшает управление энергопотоками и повышает устойчивость системы к колебаниям в производстве и потреблении энергии.

5. Кибербезопасность. Защита критической инфраструктуры: с увеличением цифровизации энергосистем возрастает необходимость в защите от киберугроз. ИТ обеспечивают средства для мониторинга безопасности, обнаружения вторжений и защиты критической инфраструктуры от потенциальных атак, что является важным аспектом обеспечения надежности энергоснабжения.

6. Управление спросом. Интеллектуальные счетчики: внедрение интеллектуальных счетчиков и систем управления нагрузкой позволяет более эффективно управлять спросом на электроэнергию. Это помогает сбалансировать производство и потребление энергии, особенно в пиковые часы, что способствует снижению нагрузки на сеть.

7. Устойчивое развитие. Экологические аспекты: использование ИТ в управлении электроэнергетическими системами способствует более эффективному использованию ресурсов, снижению выбросов углерода и поддержанию устойчивого развития. Это особенно важно в контексте глобальных изменений климата и перехода к более чистым источникам энергии.

8. Дистанционное управление и мониторинг. Управление распределительными сетями: ИТ позволяют осуществлять дистанционное управление и мониторинг распределительных сетей, что улучшает оперативность реагирования на аварии и позволяет проводить профилактическое обслуживание.

Таким образом, информационные технологии играют ключевую роль в управлении электроэнергетическими системами, способствуя повышению их эффективности, надежности и безопасности. Интеграция ИТ в энергетику открывает новые возможности для оптимизации процессов, улучшения обслуживания конечных потребителей и обеспечения устойчивого развития энергетической инфраструктуры.

Внешние угрозы на электроэнергетический сектор становятся все более распространенными и разнообразными [8]. В табл. 1 представлены основные виды внешних угроз, которые могут угрожать этой критически важной инфраструктуре:

Таблица 1 – Виды внешних угроз в электроэнергетическом секторе

Внешние угрозы	Характеристика
DDoS-атаки (Distributed Denial of Service)	В таких атаках злоумышленники используют сеть скомпрометированных устройств (ботнет) для перегрузки серверов или сетевых ресурсов, что приводит к их недоступности. В электроэнергетическом секторе это может затруднить доступ к системам управления и мониторинга, что может повлиять на оперативное управление.
Фишинг	Атаки, направленные на получение конфиденциальной информации, такой как пароли и данные для доступа к системам. Злоумышленники могут отправлять поддельные электронные письма, маскируясь под доверенные источники, чтобы обманом заставить сотрудников раскрыть свои учетные данные.
Вредоносное ПО (Malware)	Вредоносные программы, такие как вирусы, трояны и шпионские программы, могут быть использованы для кражи данных, повреждения систем или получения несанкционированного доступа к критическим компонентам энергосистемы. Примером может служить вирус Stuxnet, который был нацелен на системы управления промышленностью.
Атаки на системы SCADA	Системы SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) управляют ключевыми процессами в электроэнергетике. Атаки на эти системы могут привести к манипуляциям с данными, отключению оборудования или даже физическим повреждениям.
Атаки на цепочку поставок	Злоумышленники могут нацеливаться на поставщиков или партнеров энергетических компаний, чтобы внедрить вредоносное ПО в их системы. Это может привести к компрометации всей цепочки поставок и распространению атак на более широкую инфраструктуру.
Атаки на IoT-устройства	Устройства Интернета вещей (IoT) в энергетических системах, такие как интеллектуальные счетчики и датчики, могут быть уязвимы для атак. Злоумышленники могут использовать уязвимости в этих устройствах для получения доступа к сетям и системам.
Атаки на кибербезопасность	Злоумышленники могут нацеливаться на системы кибербезопасности, чтобы отключить или обойти защитные механизмы, что открывает двери для других видов атак.
Использование уязвимостей программного обеспечения	Атаки могут использовать известные уязвимости в программном обеспечении, используемом в электроэнергетическом секторе, чтобы получить доступ к системам или вызвать сбои.
Социальная инженерия	Методы манипуляции людьми для получения доступа к системам или информации. Это может включать обман сотрудников с целью раскрытия конфиденциальной информации или выполнения действий, которые могут скомпрометировать безопасность системы.
Криптографические атаки	Попытки взломать криптографические протоколы, используемые для защиты данных и коммуникаций в электроэнергетических системах. Успешные атаки могут привести к утечке конфиденциальной информации или несанкционированному доступу.

Внешние угрозы на электроэнергетический сектор представляют серьезную угрозу для безопасности и надежности энергоснабжения. Эффективная кибербезопасность требует комплексного подхода, включающего технологии, процессы и обучение сотрудников для защиты от этих угроз.

Помимо внешних угроз существует ряд внешних угроз, которые также влекут серьезные последствия для безопасности и надежности энергоснабжения.

Внутренние угрозы информационной безопасности в электроэнергетическом секторе представляют собой:

1. Угрозы со стороны сотрудников или подрядчиков. Недобросовестные сотрудники могут представлять опасность для стабильной работы отрасли.

2. Уязвимости в Интернете вещей (IoT). Подключённые к интернет-сети взаимодействующие устройства и датчики в энергетических подсистемах уязвимы к кибератакам, если не обеспечены высоким уровнем IT-защиты [9].

3. Отсутствие политик парольной защиты и управления пользователями. Большое количество устройств, обслуживаемое ограниченным количеством персонала, затрудняет управление политиками доступа к устройствам. Поэтому устройства годами эксплуатируются с паролями по умолчанию, что существенно облегчает неавторизованный доступ [10].

Анализ рисков и уязвимостей информационной безопасности в электроэнергетическом секторе является критически важным для обеспечения надежности и безопасности энергоснабжения. Рассмотрим три ключевых аспекта: методологии оценки рисков, уязвимости современных систем управления и примеры анализа рисков на конкретных объектах.

Существует несколько методологий, используемых для оценки рисков в электроэнергетическом секторе:

1. NIST SP 800-30: рекомендации Национального института стандартов и технологий США (NIST) по проведению оценки рисков, включая идентификацию активов, угроз, уязвимостей и потенциальных последствий.

2. ISO/IEC 27005: стандарт, который предоставляет руководство по управлению рисками информационной безопасности, включая процессы идентификации, оценки и обработки рисков.

3. FAIR (Factor Analysis of Information Risk): методология, основанная на количественном анализе рисков, которая позволяет оценивать финансовые последствия рисков информационной безопасности.

4. CRAMM (CCTA Risk Analysis and Management Method): методология, разработанная для анализа рисков и управления ими в информационных системах, включая оценку уязвимостей и угроз.

Современные системы управления, такие как SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) и DCS (Distributed Control System), имеют ряд уязвимостей.

Во-первых, многие системы SCADA и DCS имеют устаревшие протоколы и недостаточные меры безопасности, что делает их уязвимыми для атак.

Во-вторых, отсутствие сегментации сети: если системы управления не сегментированы от корпоративной сети, злоумышленники могут легко получить доступ к ним через уязвимости в других системах.

В-третьих, использование устаревшего или незащищенного программного обеспечения может привести к уязвимостям, которые могут быть использованы злоумышленниками.

В-четвертых, ошибки персонала, недостаточная осведомленность о киберугрозах и отсутствие обучения могут привести к несанкционированному доступу

или другим инцидентам безопасности.

В-пятых, увеличение использования IoT-устройств в электроэнергетике может создать новые точки уязвимости, если эти устройства не защищены должным образом.

Рассмотрим примеры анализа рисков на конкретных объектах:

1. Анализ рисков на подстанции: оценка рисков может включать анализ угроз, таких как физические атаки, кибератаки и ошибки персонала. Например, использование методологии NIST может помочь в определении уязвимостей в системах управления и разработке мер по их устранению.

2. Анализ рисков на АЭС: на атомных электростанциях анализ рисков может включать оценку угроз, связанных с кибератаками на системы управления реакторами. Применение стандартов, таких как ISO/IEC 27005, может помочь в разработке комплексных мер безопасности.

3. Анализ рисков на объектах возобновляемой энергетики: ветряные и солнечные электростанции могут подвергаться рискам, связанным с кибератаками на системы мониторинга и управления. Применение методологии FAIR может помочь в количественной оценке потенциальных финансовых последствий инцидентов безопасности.

Анализ рисков и уязвимостей информационной безопасности в электроэнергетическом секторе требует комплексного подхода, включающего методологии оценки рисков, понимание уязвимостей современных систем управления и применение практических примеров анализа рисков на конкретных объектах. Это поможет обеспечить безопасность и надежность критической инфраструктуры.

В условиях стремительного развития технологий и увеличения зависимости электроэнергетического сектора от информационных систем, вопросы информационной безопасности становятся все более актуальными. Основные угрозы, с которыми сталкивается отрасль, включают кибератаки, физические угрозы, ошибки персонала и уязвимости в программном обеспечении. Эти факторы могут привести к серьезным последствиям, включая сбои в энергоснабжении, финансовые потери и угрозы для безопасности людей.

Анализ рисков и уязвимостей представляет собой необходимый инструмент для выявления и минимизации этих угроз. Применение различных методологий оценки рисков, таких как NIST SP 800-30, ISO/IEC 27005 и FAIR, позволяет глубже понять потенциальные уязвимости и разработать эффективные меры по их устранению. Важно также учитывать человеческий фактор и необходимость повышения осведомленности персонала о киберугрозах.

Таким образом, комплексный подход к анализу рисков в электроэнергетическом секторе является ключевым элементом для обеспечения безопасности и надежности критической инфраструктуры. Инвестирование в защиту информационных систем, регулярный аудит и обновление технологий, а также обучение сотрудников должны стать приоритетными задачами для участников отрасли. Только совместными усилиями можно создать устойчивую киберзащиту, спо-

собную противостоять современным вызовам и обеспечивать стабильное энергоснабжение.

Список литературы

1. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.
2. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".
4. Повышение скорости обнаружения ошибок при формировании цепочек блоков данных на основе анализа числа совпадений хешей / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова, А. В. Митрофанов, Е. Ю. Гладилина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2022. – № 1(57). – С. 85-93.
5. Реализация системы обнаружения вторжений с использованием нейронной сети / Е. А. Кулешова, А. Л. Марухленко, М. О. Таныгин [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – № 3(63). – С. 54-63. – DOI 10.54398/20741707_2023_3_54.
6. Системы электроснабжения // ЭЛЕКТРО-2025 URL: <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/2016/sistemy-elektrosnabzheniya/> (дата обращения: 28.10.2024г).
7. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) // НТЦ Энерго-Ресурс URL: <https://en-res.ru/stati/scada.html> (датаобращения: 28.10.2024г).
8. Скульский, Д. В. Анализ влияния рисков на экономическую безопасность энергетического предприятия / Д. В. Скульский // Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности. – 2021. – № 10. – С. 53-57.
9. Абдрахманов, И. И. Опасности и угрозы для кибербезопасности в электроэнергетике: анализ современных угроз и механизмов защиты / И. И. Абдрахманов // Научный аспект. – 2024. – Т. 31, № 3. – С. 3970-3973.
10. Кибербезопасность электроэнергетической инфраструктуры // kaspersky.ru URL: <https://ics.kaspersky.ru/media/KICS-for-Energy-WhitePaper-RU.pdf?> (дата обращения: 28.10.2024г).

ПИТИНОВА ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА, бакалавр
КОМОВ ДАНИЛА ДМИТРИЕВИЧ, бакалавр
ЗАСЫПКИНА АЛЕКСАНДРА МИХАЙЛОВНА, бакалавр

Научный руководитель –

КРЮКОВ ИЛЬЯ ВАЛЕРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова,
г. Белгород, Россия
dpitinoval@mail.ru

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ИНФРАКРАСНЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ

Проблема энергетического кризиса с каждым днем становится более актуальной, переход на использование возобновляемых источников энергии в бытовых целях является важным шагом к экономической стабильности и благоприятному состоянию окружающей среды. В работе произведена оценка экономических показателей использования электрических инфракрасных обогревателей для обогрева жилых помещений в сравнении с традиционным централизованным отоплением.

Ключевые слова: отопление, электрический инфракрасный обогрев, энергоэффективность.

Рациональное использование невозобновляемых источников энергии приобретает важное значение для состояния окружающей среды и экономической стабильности [1]. В настоящее время существенный перерасход тепловой энергии при отоплении жилых зданий может достигать 30%, это связано с распространённым использованием централизованных систем отопления, в которых доля тепла теряется в процессе транспортировки теплоносителя до отапливаемого помещения [2]. Помимо проблемы теплотери, использование таких систем может вызывать дискомфорт у жильцов многоквартирных домов при ожидании запуска отопления согласно регламенту, когда температура в помещении уже не соответствует комфортным условиям проживания, так же возможна и обратная ситуация.

Рассмотрение альтернативных вариантов поддержания благоприятного микроклимата в помещении является отправной точкой в начале проведения исследований и создания новых регламентов отопительных систем при проектировании новостроек. Так, например, перспективным направлением для исследований является применение электрических инфракрасных обогревателей [3, 4]. Является оно таковым по следующим причинам: совместимость с использованием возобновляемых источников энергии, принцип действия инфракрасного излучения, возможность регулирования обогревательной мощности и времени работы техники, отсутствие необходимости межсезонных ремонтных работ.

Анализ принципа работы инфракрасных обогревателей позволяет определить его преимущества в сравнении с традиционными методами, которые осуществляется преимущественно конвекционной теплопередачей. Например, более быстрое время нагрева, которое характеризуется удельной теплоемкостью всех непрозрачных тел, находящихся в помещении с последующим переизлучением. Эта особенность может быть использована как повод для использования более теплоемких материалов в квартире для производства бытовых предметов и хорошо сочетается со способностью регулирования режимов и времени работы инфракрасных обогревателей. В свою очередь конвекционная теплопередача

ограничена низкой удельной теплоемкостью газов, заполняющих объем жилого помещения и их постоянной циркуляцией в результате расширения газа при нагревании, к этому факту также накладывается возможность тепловых потерь в результате наличия сквозняков, которые необходимы для обеспечения свежего воздуха [5].

Оценка рынка популярных электрических инфракрасных обогревателей, продаваемых маркетплейсами на момент ноября 2024 года представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики и ценовой диапазон электрических инфракрасных обогревателей

Наименование	Нагревательный элемент	Потребляемая мощность, кВт	Площадь обогрева, м ²	Цена, руб.
Timberk T-IR1000-D10HU	кварцевый	1	15	1706
СОЮЗ КВС-800	кварцевый	0,8	20	820
Ballu ВНН/М-09М	кварцевый	0,8	14	1116
Sting Ray карбоновый 1200 Вт	карбоновый	1,2	15	2189
Ресанта ИКО-800Л	кварцевый	0,8	8	1049

Анализ технических характеристик показал, что современный уровень техники электрических инфракрасных обогревателей позволяет обогревать площади соизмеримые со стандартными площадями комнат, при этом имеют низкую стоимость и просты в установке (могут располагаться на полу, потолке и стенах). Однако, в долгосрочной перспективе выгода от их использования резко снижается из-за большого потребления электроэнергии. Так, например, можно рассчитать стоимость обогрева помещения и сравнить её со средней ценой централизованного отопления. Для расчета был выбран обогреватель с наилучшими техническими характеристиками СОЮЗ КВС-800.

$$0,8 \text{ кВт} * 24 \text{ ч} * 30 \text{ сут} * 5,33 \text{ руб./кВт} = 3070 \text{ руб./мес.}$$

Расчет был произведен из условия круглосуточной работы в течении месяца, в качестве стоимости электроэнергии, был выбран тариф г. Белгород на момент ноября 2024 года. Сопоставив полученный результат со средней стоимостью отопления квартиры площадью 30,1 м² принятой 2451 руб./мес., по г. Белгород на момент ноября 2024 г. можно сказать, что уже на данном этапе электронный инфракрасный обогреватель несильно уступает в экономических показателях. Также можно принять во внимание, что его работа не будет осуществляться круглосуточно.

Однозначно, для получения качественных характеристик необходимо проведение полноценного исследования с применением методов оценки независимых экспертов на предмет комфорта в помещении при длительном воздействии инфракрасного излучения. Определение оптимальной длины волны для обогрева и других ограничений, связанных с использованием данного метода. Однако, стоит отметить параллельное, благоприятное развитие технологий производства ограждающих конструкций, склоняющих к использованию инфракрасного обогрева. Так в настоящее время широко распространяются энергосберегающие стеклопакеты, которые работают на основе удержания инфракрасного излучения через нанесение на их поверхность наноструктурного покрытия. В данной работе [6] говорится о том, что наибольшее количество тепла теряется посредством излучения (до 70%), при том, что преобладающим способ теплопередачи является конвекция.

В результате анализа полученной информации, можно сделать вывод о том, что использование инфракрасных обогревателей, является перспективным направлением для развития и дальнейшего замещения централизованного отопления. Основной задачей для достижения этого результата может быть создание материала с высоким коэффициентом преобразования электроэнергии в инфракрасное излучение, следующей немаловажной задачей будет разработка технических основ конструктивных особенностей, мест для установки обогревателей и норм их использования.

Список литературы

1. Вертешев, А. С. Причины и факторы, определяющие возможность и необходимость использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / А. С. Вертешев, В. Р. Огороков // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. – 2012. – № 1(11). – С. 38-45. – EDN OSJUJZD.
2. Кутовой, В. А. Решение проблем теплоснабжения потребителей за счет использования индивидуальных тепловых пунктов / В. А. Кутовой, В. В. Лихачева, А. В. Кутовой // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2023. – № 3(46). – С. 25-31. – EDN CHLVYH.
3. Anastaselos D. Integrated evaluation of radiative heating systems for residential buildings / D. Anastaselos, I. Theodoridou, A. M. Papadopoulos, M. Hegger // Energy. – 2011. – Т. 36. – №. 7. – С. 4207-4215.
4. Biliotti F. Performance assessment of heating solution for Dutch residential houses: evaluation of IR-Panels systems and comparison with heat pumps: дис. – Politecnico di Torino, 2020.
5. Требования к вентиляции: история и развитие // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2021. – № 2. – С. 64-72. – EDN YLMOKE.
6. Свиринов, М. В. Энергосберегающие стеклопакеты / М. В. Свиринов, Е. А. Мелашин, Т. И. Тихомирова // Энергетические системы. – 2016. – № 1. – С. 141-145. – EDN RJSVWR.

ПОПОВ ВИТАЛИЙ ПАВЛОВИЧ, к.э.н., доцент

Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина,
Россия, Краснодар
pv325@ya.ru

ОСОБЕННОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Возобновляемые источники энергии постепенно занимают свою нишу энергетического рынка. Предприниматели и жители Краснодарского края стараются заменить традиционные энергетические ресурсы, при производстве которых наносится вред окружающей среде, на безвредные ресурсы.

Однако, внедрение новых ресурсов и технологий требует определенных капиталовложений, экономических и энергетических расчетов.

Краснодарский край обладает большими запасами возобновляемых источников энергии, что позволяет их использовать в различных отраслях экономики и в быту.

Ключевые слова: инвестиции, возобновляемые источники энергии, привлекательность

Краснодарский край по своим природно-климатическим характеристикам является одним из самых привлекательных в России для инвестирования в развитие генерации на основе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

В Краснодарском крае сложился многолетний опыт практического использования солнечной энергии и геотермального тепла, ветро- и гидроэнергии, а также других энергетических источников

Наибольшим потенциалом с точки зрения освоения инвестиций имеют следующие направления:

1. Использование энергии солнца для выработки электроэнергии.
2. Использование энергии солнца для выработки теплоты.
3. Использование энергии ветра для выработки электроэнергии и преобразования последней в другие виды ресурсов.
4. Использование энергии геотермальных источников для обогрева помещений.

В Краснодарском крае энергия ВИЭ используется в незначительных объемах. Однако, как отмечают ученые, в крае есть возможности значительно сократить потребление традиционных энергоресурсов.

Так как в Краснодарском крае широко развито сельскохозяйственное производство, то отходы от него могут являться источниками энергетических ресурсов, энергоэффективность которых была изучена в трудах О. В. Григораш.

Вопросами использования ВИЭ в Краснодарском крае занимались ученые: Р. А. Амерханов, В. А. Бутузов, А. С. Кириченко, М. В. Зелинская, О. В. Григораш и др.[2]

По мнению ученых, ресурсная база ВЭИ, которая представлена в таблице 1, позволит частично заменить потребности региона в электроэнергии и тепловой энергии, что положительно будет сказываться на экономике края [1].

Таблица 1– Ресурсы возобновляемых источников энергии в Краснодарском крае

Источник ресурсов	Прогнозная мощность, МВт	
	электроэнергия	теплоты
Солнечная энергия	≥ 100	≥ 500
Ветроэнергия	≥ 1000	
Геотермальная энергия	≥ 100	≥ 1500
Биомасса	≥ 100	≥ 200
Итого	≥ 1300	≥ 2200

В Краснодарском крае накоплен определенный опыт применения ВИЭ в различных отраслях экономики. Многие ученые, как энергетики, так и экономисты, занимаются проблемой внедрения ВИЭ уже несколько десятилетий подряд.

Находят применение различные ВИЭ как в промышленности и в сельском хозяйстве, так и в быту. Многие предприниматели охотно внедряют достижения науки и техники в области ВИЭ.

Но есть и проблемы, которые связаны прежде всего с большими капиталовложениями и окупаемостью затрат, низкой энергоэффективностью существующего оборудования в осенне-зимний период, нежеланием некоторых руководителей организаций внедрять новые перспективные технологии. Хотя опыт их применения впечатляет.

Перспективным направлением внедрения ВИЭ является применение их в сельскохозяйственном производстве, особенно там, где невозможно, по ряду причин, использовать традиционную энергетику.

В некоторых сельскохозяйственных организациях довольно успешно применяют технологии с использованием ВИЭ, которые были разработаны с участием студентов и преподавателей Кубанского ГАУ.

В городах Краснодарского края активно применяются технологии и оборудование с использованием ВИЭ. Например, для освещения пешеходных переходов и остановок транспорта используются солнечные батареи, для обогрева помещений – термальные источники и биомасса, для обеспечения потребности в энергии на удаленных сельскохозяйственных объектах – ветрогенераторы.

В целом, можно отметить инвестиционную привлекательность региона для вложения средств в нетрадиционные источники энергии, которые полностью конечно не заменят существующие источники энергии, но будут способствовать их снижению, что позволит высвободить денежные средства для вложения в ВИЭ.

Список литературы

1. Анализ стратегических возможностей преодоления энергетического дефицита и повышения уровня энергетической самообеспеченности Краснодарского края/ К.Н. Бекирова, М.В. Зелинская.-Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-strategicheskikh-vozmozhnostey-preodoleniya-energodefitsitai-povysheniya-urovnya-energeticheskoy-samoobespechennosti/viewer>

2. Возможности использования возобновляемых источников энергии Краснодарского края /Р. А. Амерханов, А.Н. Кириченко и др.- Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-vozobnovlyaemyh-istochnikov-energii-krasnodarskogo-kraya>

УДК 004.056

РОМАНОВ ГЕОРГИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
КУЛЕШОВА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА, к.т.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: eg.rom2012@narod.ru

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Целью данного исследования является изучение уязвимостей безопасности систем SCADA и соответствующая классификация угроз. Система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) служит основой критически важных инфраструктур, включая системы электроснабжения. В статье рассмотрены уязвимости систем управления технологическими процессами и представлены решения по обеспечению безопасности.

Ключевые слова: автоматизация электроснабжения, кибербезопасность, SCADA, диспетчеризация, управление и обработка данных.

Системы управления и автоматизации электроснабжения включают в себя системы управления технологическими процессами, системы диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA), которые обеспечивают безопасные, надежные и эффективные физические процессы в энергетической системе [1]. Эти системы объединены высокоавтоматизированной сетью, то есть различные коммуникационные сети подключены к электрической сети с целью обнаружения, мониторинга и управления. Компьютерные и коммуникационные устройства широко используются на электростанциях, подстанциях, в центрах управления энергопотреблением, штаб-квартирах компаний, региональных операционных офисах и крупных узлах загрузки. Актуальность обеспечения безопасности систем управления и автоматизации электроснабжения обусловлена тем, что с каждым годом данные системы и подключенные к ним устройства становятся все более территориально рассредоточенными и технически сложными, а перебои в работе систем электроснабжения могут иметь катастрофические последствия для национальной безопасности и экономики [2,3].

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – вариант человеко-машинного интерфейса, обеспечивающего диспетчеризацию, управление и обработку данных. В связи с тем, что компьютерная, коммуникационная и энергетическая инфраструктуры в энергосистеме взаимозависимы, измерения и управляющие сигналы, полученные с помощью SCADA, используются в системе управления энергосистемой для выполнения широкого спектра системных функций, включая управление энергосистемой в режиме реального времени. Выход из строя важного канала связи в операционной среде может привести к

невозможности управления или использования важных объектов, что может привести к возможным перебоям в подаче электроэнергии. Также стоит отметить, что перегрузка сетей связи может привести к задержке передачи данных энергосистемы или управляющих сигналов, что может быть критичным в определенных сценариях [4].

Можно выделить следующие основные функции SCADA [5]:

1. Обмен данными с программируемым логическим контроллером или другими устройствами.
2. Формирование интерфейса для оператора (отображение оперативной информации о технологическом процессе, обработка действий оператора, мнемосхемы, панели и т.д.).
3. Формирование журналов событий (технологических, системных).
4. Формирование журнала действий оператора.
5. Формирование пользовательских отчетов.
6. Накопление и предоставление оператору данных о технологическом процессе.
7. Обеспечение интерфейса внешних приложений к оперативным и историческим данным.

Протоколы SCADA базируются на стандартах безопасности таких как BS7799, IEC/ISO 17799, ISA TR 99.00.02, AGA12 [6]. В России получил широкое применение стандарт ISO 17799 и был использован для создания ГОСТ Р ИСО/МЭК 17799-2005 [7].

Стандарт построения эффективной системы безопасности ISO 17799, созданный в 2000 году Международной организацией по стандартизации и Международной электротехнической комиссией на основе разработок Британского института стандартов, описывает комплексный подход к управлению информационной безопасностью. В соответствии со стандартом ISO 17799, при создании эффективной системы безопасности особое внимание уделяется комплексному подходу к управлению информационной безопасностью. По этим причинам в качестве элементов управления рассматриваются не только технические, но и организационно-административные меры, направленные на обеспечение следующих требований к информации: конфиденциальность, целостность, достоверность, доступность. Нарушение любого из них может повлечь за собой значительные потери как в виде убытков, так и в виде неполученного дохода [8].

К недостаткам стандарта можно отнести поверхностное освещение материала, который позволяет только обозначить области информационной безопасности, не конкретизируя их.

Преимуществом ISO 17799 является простота его применения и адаптации на практике. Кроме того, стандарт не зависит от конкретных технических средств и решений, что, с одной стороны, не показывает, как реализовывать защиту того или иного элемента, но с другой - обеспечивает свободу выбора платформ, оборудования, производителей и т.п.

Хотя сложная инфраструктура предоставляет широкие возможности для эксплуатации, контроля, ведения бизнеса и анализа, она также увеличивает риски

для безопасности, включая угрозы и уязвимости в области кибербезопасности энергосистем, в частности систем управления технологическими процессами электростанции (СУТПЭ). Кибератака на компьютерные системы центра управления может привести к нежелательным последствиям и массовым перебоям в подаче электроэнергии. Другой сценарий кибератаки заключается в проникновении на подстанции и изменении настроек защитных реле, что также может привести к нежелательным последствиям. Исходя из этого, существует потребность в обеспечении надежных мер защиты от кибератак и своевременном выявлении уязвимостей в системе безопасности, что обуславливает потребность в комплексном и систематическом решении проблем кибербезопасности в данной области.

Уязвимости СУТПЭ связаны с тремя основными компонентами: компьютером, системой связи и энергосистемой [9]. Атаки могут быть нацелены на конкретные системы, подсистемы и на несколько объектов одновременно с использованием удаленного доступа. Уровень безопасности указывает на серьезность ущерба, который может быть нанесен в случае проникновения в систему электроснабжения. Угрозы СУТПЭ возникают в результате различных типов атак и других потенциальных уязвимостей, которые необходимо учитывать при разработке защищенной сети с использованием протоколов SCADA:

1) Угрозы СУТПЭ для SCADA-систем могут быть как внутренними и исходить от сотрудников, обеспечивающих работу системы, так и внешними. Угроза со стороны сотрудников реальна, но маловероятна, поскольку в большинстве случаев внутреннего злоумышленника было бы легко идентифицировать, а страх перед последствиями сам по себе снизил бы вероятность такой атаки. Однако все равно необходимо принимать превентивные меры, чтобы избежать подобных случаев. Атаки со стороны внешних злоумышленников могут быть не сразу распознаны или остаться незамеченными, что сделает систему SCADA более уязвимой.

2) Злоумышленники могут осуществлять целенаправленные атаки, такие как перехват пакетов данных при их передаче по сети с целью подмены пакетов данных для достижения ожидаемых результатов. Для таких атак могут использоваться программные ошибки и другие уязвимости для получения несанкционированного доступа к таким объектам, как сети центров управления, SCADA-системы, межсоединения и системы доступа. Такие атаки могут быть нацелены на интеллектуальные электронные устройства, линии связи и другие физические объекты с целью нарушения работы данных служб. Особую уязвимость в данном случае представляет детерминированный характер протокола обмена сообщениями inter-center control communications protocol (ICCP).

3) Кибератаки, основанные на механизмах отказа в обслуживании (DoS), и другие, которые распространяются из-за вирусов и червей, вызывая лавинообразный рост трафика за короткое время, потенциально могут вывести из строя системы и привести к нарушению работы служб. Если каналы доступа, соединяющие сеть SCADA с сетью интернет, будут перегружены интенсивным трафиком, вызванным такими атаками, это может привести к катастрофическим

последствиям, поскольку данные управления и диспетчеризации, поступающие в сеть SCADA, могут быть потеряны в сети. Шлюзы или брандмауэры, установленные для мониторинга входящего трафика, могут быть перегружены большими объемами атакуемого трафика, при этом способность сети SCADA реагировать на фактические сбои может быть существенно снижена. Кроме того, поток трафика может содержать вредоносные ICCP-сообщения, которые могут в значительной степени нарушить работу системы SCADA.

Существует множество других путей, с помощью которых злоумышленник может выполнить кибератаку таким образом, чтобы она осталась незамеченной. Хорошо известные в компьютерной литературе методы, например, подмена исходного адреса или «отравление» кэша системы доменных имен (DNS) также могут быть использованы, но влияние подобного рода атак в настоящее время не до конца изучена и требует дальнейших исследований.

Кроме того, обычно используемые решения по безопасности информационных технологий могут быть недостаточными для среды электросетей из-за зависимостей между информацией и энергоинфраструктурами. Необходимо учитывать уязвимости в конкретной области энергоинфраструктур. К критическим киберактивам в электроэнергетических инфраструктурах относятся (1) система управления распределением, (2) система автоматизации подстанции, (3) система управления технологическими процессами электростанции и (4) центр управления. Первые три рассматриваются на уровне подстанции или региона, в то время как центр управления имеет более широкий и системный уровень. Для техобслуживания в данных системах используется коммутируемая сеть, а для локальной связи могут использоваться беспроводные сети, что делает их потенциально уязвимыми.

При обеспечении безопасности SCADA-систем в электроэнергетике от кибератак существует ряд решений, которые можно классифицировать на несколько уровней [10]:

1. Проведение регулярных аудитов безопасности позволяет выявить уязвимости в системе. Оценка рисков помогает определить критически важные компоненты и возможные угрозы, что позволяет разработать соответствующие меры защиты.

2. Использование сетевой сегментации для изоляции SCADA-систем от корпоративных сетей и сети Интернет ограничивает возможности потенциального злоумышленника и снижает вероятность доступа к критическим системам.

3. Реализация многофакторной аутентификации и строгих политик доступа обеспечивает защиту от несанкционированного доступа. Идентификация и авторизация пользователей помогают минимизировать риск внутренних угроз.

4. Использование систем мониторинга, которые отслеживают сетевой трафик и поведение компонентов в реальном времени, позволяет быстро обнаруживать аномалии и потенциальные кибератаки. Для этих целей применяются алгоритмы машинного обучения, позволяющие проводить анализа больших объемов данных.

5. Регулярное обновление программного обеспечения и применение патчей для устранения известных уязвимостей критично для поддержания безопасности системы. Такие решения включает в себя как операционные системы, так и специализированные приложения.

6. Обучение сотрудников вопросам кибербезопасности также играет важную роль в предотвращении атак. Осознание угроз и методов социальной инженерии помогает сотрудникам более осторожно относиться к своим действиям.

7. Разработка и внедрение плана реагирования на инциденты позволяет оперативно отреагировать на кибератаку, минимизируя ее последствия. Данное решение включает в себя создание команды, ответственной за управление инцидентами, и регулярное обучение и тренировки.

Таким образом, комплексный подход к обеспечению безопасности SCADA-систем в электроэнергетике требует сочетания технологий, процессов и обучения. Эффективная защита обеспечивает устойчивость инфраструктуры к киберугрозам, что непосредственно влияет на бесперебойность электроснабжения, безопасность пользователей и системы в целом.

Список литературы

1. Hauser C.H. A Failure to Communicate: Next Generation Communication Requirements, Technologies, and Architecture for the Electric Power Grid / C. H. Hauser, D. E. Bakken, A. Bose // IEEE Power and Energy Magazine. – 2005. – Vol. 3 – No. 2 – P. 47-55.

2. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.

3. Квасов, А. Ю. Вопросы кибербезопасности информационных систем / А. Ю. Квасов, А. Е. Волобуев, Е. А. Кулешова // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 7-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. В 5-ти томах, Курск, 19–20 мая 2022 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 371-374.

4. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

5. Часть 4. Немного про SCADA: сайт. – URL:<https://habr.com/ru/articles/698724/> (дата обращения 07.10.2024) . – Текст: электронный.

6. Ericsson G.N. Management of information security for an electric power utility – On security domains and use of ISO/IEC17799 standard / G. N. Ericsson, A. Torkilseng // IEEE Transaction on Power Delivery. – 2005. – Vol. 20 – No. 2 – P.683-690.

7. Гост Р ИСО/МЭК 17799-2005. Практические правила управления информационной безопасностью. Термины и определения: утвержден и введен в действие приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2005 г. N 447-ст: дата введения 2007-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044724> (дата обращения: 07.10.2024). Текст: электронный.

8. Стандарт построения эффективной системы безопасности ISO 17799 : сайт. – URL:<https://standards.narod.ru/gosts/iso/iso-17799.htm> (дата обращения 07.10.2024) . – Текст: электронный.

9. Ten C.-W. Cybersecurity for electric power control and automation systems / C.-W. Ten, C.-C. Liu, M. Govindarasu // IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. – 2007. – P. 29-34.

10. Alanazi M. SCADA Vulnerabilities and Attacks: A Review of the State-of-the-Art and Open Issues / M. Alanazi, A. Mahmood, M. J. M. Chowdhury // Computers & Security. – 2022. – Vol. 125.

УДК 004.056

РЯБИТЧЕНКО ДМИТРИЙ ВАДИМОВИЧ, магистрант
МИШИНА ЕЛИЗАВЕТА ИГОРЕВНА, магистрант
ШАТОХИН ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: eg.rom2012@narod.ru

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТЕ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Целью исследования является изучение уязвимостей безопасности систем электроэнергетического предприятия и составление соответствующих рекомендаций по профилактике киберугроз. Последовательно представлены этапы проведения анализа информационной безопасности предприятия. В статье рассмотрены современные подходы к обеспечению информационной безопасности предприятия, а также необходимая законодательная база по безопасности на электроэнергетическом объекте.

Ключевые слова: аудит, документация, информационная безопасность, кибератаки, безопасность электроэнергетического предприятия.

В нынешнюю эпоху электроэнергетика является важнейшим компонентом экономической стабильности и средством поддержания жизнедеятельности общества [1,2]. С развитием технологий и применением цифровых решений в управлении энергетическими системами растет актуальность вопросов информационной безопасности. Защита данных и систем от несанкционированного доступа, атак и других потенциальных угроз приобретает исключительно высокую значимость [3].

Атомная энергетика является ключевым компонентом электроэнергетики из-за высокой эффективности и низких выбросов углерода. Она обеспечивает стабильное энергоснабжение, но также представляет собой цель для киберпреступников из-за своей критической важности [4]. Уязвимости в системах управления атомными электростанциями могут привести к серьезным последствиям, включая экологические катастрофы и отключение энергоснабжения [5].

Необходимо проводить комплексный анализ рисков и разрабатывать стратегии для минимизации угроз, включая обновление систем защиты, обучение персонала и создание резервных систем. Аудит безопасности становится жиз-

ненно важным для предотвращения серьезных последствий кибератак и других угроз, как внешних, так и внутренних [6].

Рассмотрим основные этапы аудита безопасности на электроэнергетическом предприятии:

1. Подготовка к аудиту.

На данном этапе осуществляется определение целей и задач аудита, формирование команды аудиторов, обладающих определенными полномочиями и доступом к информации по безопасности атомной станции, а также сбор необходимой информации о системе безопасности.

2. Оценка документации.

На этом этапе идет проверка соответствия документации законодательству и принятым стандартам, проводится анализ существующих политик, процедур, стандартов и руководств по безопасности на атомной станции.

В Российской Федерации законы и нормативные акты, регулирующие кибербезопасность на ядерных объектах, включают в себя [7]:

- Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" - регулирует вопросы защиты информации, в том числе на ядерных объектах.

- Федеральный закон от 28 декабря 2010 года № 390-ФЗ "О безопасности" - определяет основные направления государственного регулирования в сфере безопасности, включая кибербезопасность.

- Нормативные документы Росатома: Регулярно обновляемые документы, устанавливающие стандарты и правила безопасности для ядерных объектов, выдаваемые Федеральным агентством по атомной энергии (Росатом).

- Приказы Ростехнадзора: Регулирующие органы, такие как Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), выдают приказы и инструкции по обеспечению безопасности ядерных объектов.

- Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии (ФНПАЭ): Устанавливают требования по безопасности для различных аспектов ядерной деятельности.

3. Обзор инфраструктуры.

Проведение инвентаризации физической и ИТ-инфраструктуры, а также систем управления и мониторинга. Этот процесс включает в себя:

- Идентификацию активов: Определение и документирование всех физических и ИТ-активов, таких как серверы, рабочие станции, сетевое оборудование, системы управления и мониторинга, а также вспомогательные устройства (например, датчики и контроллеры).

- Оценку состояния активов: определение состояния каждого актива, включая его производительность, устаревание, уязвимости и другие характеристики, которые могут повлиять на безопасность.

- Классификацию данных: разделение активов на категории в зависимости от их важности и чувствительности, что позволяет сосредоточить усилия на защите наиболее критических компонентов.

- Документирование процессов: запись всех процедур и политик безопасности, связанных с активами, включая доступ, управление изменениями и сценарии инцидентов.

- Мониторинг и управление: установление систем мониторинга для постоянной оценки состояния активов и выявления потенциальных угроз или нарушений безопасности.

4. Оценка угроз и уязвимостей.

На данном этапе проводится идентификация потенциальных угроз, оценка рисков и уязвимостей в системах безопасности. Уязвимости и угрозы для кибератак на атомной станции могут включать в себя:

- Оборудование, связанное с управлением реакторами и другими технологиями, может быть уязвимо к атакам, использующим уязвимости в специализированном программном обеспечении и системах SCADA.

- Неэффективные меры по защите сетевой инфраструктуры могут позволить злоумышленникам получить доступ к внутренним системам через интернет или локальные сети.

- Устаревшее программное обеспечение: использование устаревших версий ПО, которое не поддерживается и не обновляется, может повысить риск эксплуатации известных уязвимостей.

- Недостаточное обучение сотрудников в области кибербезопасности может привести к ошибкам, которые злоумышленники могут использовать для получения доступа к системам.

- Наличие соединений с внешними сервисами или сетями может создать дополнительные векторы для атаки, если данные соединения не защищены должным образом.

- Технические устройства, управляющие критическими процессами, могут быть подвержены физическому вмешательству, если отсутствуют надлежащие меры безопасности.

- Сотрудники с доступом к критически важной информации могут случайно или намеренно создать уязвимости, способные повредить безопасности предприятия.

5. Проверка средств защиты.

На данном этапе проводится оценка эффективности существующих мер безопасности, таких как системы контроля доступа, охранные системы и системы мониторинга.

Системы контроля доступа, охранные системы и системы мониторинга на атомной станции имеют критически важное значение для обеспечения безопасности и защиты от различных угроз. Системы контроля доступа могут включать в себя многоуровневую аутентификацию, биометрические технологии и электронные пропуска, что гарантирует, что только авторизованный персонал

имеет доступ к ключевым зонам. Кроме того, системы мониторинга используют различные сенсоры и автоматизированные системы для контроля за состоянием оборудования и окружающей обстановкой, что позволяет оперативно выявлять и устранять аварийные ситуации [8].

6. Проведение интервью.

Проведение опросов среди сотрудников и специалистов по вопросам безопасности на атомной станции представляет собой существенный этап в анализе процессов и культуры безопасности. Этот метод позволяет выявить как сильные, так и слабые стороны текущих систем, а также оценить эффективность принимаемых мер по предотвращению инцидентов и обеспечению общей безопасности. Опросы помогают узнать, как сотрудники воспринимают риски, оценить их подготовку к действиям в чрезвычайных ситуациях и степень осведомленности о процедурах безопасности. Ключевым аспектом является создание доверительной атмосферы, в рамках которой сотрудники могут свободно высказывать свои мнения, предоставлять обратную связь и делиться своими опасениями.

7. Тестирование систем.

Проведение тестирования на проникновение и других методов оценки устойчивости к атакам на атомной станции является критически важным элементом обеспечения кибербезопасности. Эти методы позволяют выявить уязвимости в системах и инфраструктуре до того, как они могут быть использованы злоумышленниками. Тестирование на проникновение включает в себя симуляцию атак на различные уровни системы для проверки их защиты, а также анализ физической безопасности объектов. Дополнительно можно использовать методологию Red Team/Blue Team, где одна группа (Red Team) пытается штурмовать систему, а другая (Blue Team) защищает её, что помогает улучшить навыки реагирования на инциденты и выявить недостатки в текущих мерах безопасности. Использование таких подходов позволяет укрепить защиту атомной станции, минимизируя риски и повышая общий уровень безопасности [9].

8. Составление отчета.

Подготовка отчета с описанием процедур аудита, обнаруженных уязвимостей, рисков и предложений по улучшению безопасности. Отчет по проведенному аудиту безопасности может включать в себя несколько ключевых разделов, каждый из которых играет важную роль в оценке и улучшении общей безопасности информационной системы.

8.1. Описание процедур аудита.

Аудит основывается на методологии оценки рисков, включающей в себя как автоматизированные инструменты, так и ручные методы проверки. Должна быть осуществлена инвентаризация всех систем и приложений, а также анализ конфигураций и логов для выявления аномалий. Необходимо провести анализ уязвимостей с использованием актуальных баз данных и сканеров [10].

8.2. Обнаруженные уязвимости и оценка рисков.

В процессе аудита могут выявляться и категоризируются потенциальные уязвимости. Каждая из обнаруженных уязвимостей должна быть оценена по кри-

териям вероятности эксплуатации и потенциального ущерба. Устанавливаются приоритеты для устранения уязвимостей, выделяются критические и высокие риски, требующие немедленного внимания.

8.3. Предложения по улучшению безопасности.

Пример предложений по улучшению безопасности, в рамках составления отчета по аудиту:

- Регулярное обновление программного обеспечения и установка патчей для закрытия уязвимостей.

- Ужесточение требований к паролям и внедрение многофакторной аутентификации для повышения уровня доступа и аутентификации.

- Проведение периодических тренингов по безопасности для сотрудников с целью повышения осведомленности и компетенции.

- Внедрение системы мониторинга и реагирования на инциденты безопасности для оперативного обнаружения и противодействия потенциальным угрозам.

9. Мониторинг и пересмотр.

Установление процесса периодического пересмотра и обновления мер безопасности на атомной станции является критически важным шагом для обеспечения устойчивости к новым угрозам и технологическим изменениям. Для этого рекомендуется разработать четкий регламент, который включает регулярные оценки рисков, анализ новых угроз, взаимодействие с экспертами в области безопасности и обновление протоколов в соответствии с последними научными данными и техниками. Важно также включить в этот процесс обучение персонала, чтобы они могли адекватно реагировать на новые вызовы. Соблюдение таких процедур поможет значительно повысить общий уровень безопасности на объекте.

Таким образом, аудит информационной безопасности — ключевой этап в обеспечении безопасности информационных систем и сохранении конфиденциальности корпоративных данных. Он позволяет выявить недостатки и потенциальные угрозы в структуре предприятия. Но стоит отметить, что одного аудита (выявления угроз) недостаточно, после его проведения необходимо запланировать работы по устранению выявленных недостатков.

Список литературы

1. Куликов, А. Л. Требования к информационной безопасности в электроэнергетике и их реализация в интеллектуальных устройствах цифровых подстанций / А. Л. Куликов, В. М. Зинин // Интеллектуальная электротехника. – 2022. – № 3(19). – С. 49-78. – DOI 10.46960/2658-6754_2022_3_49.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

3. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник науч-

ных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.

4. Реализация системы обнаружения вторжений с использованием нейронной сети / Е. А. Кулешова, А. Л. Марухленко, М. О. Таныгин [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – № 3(63). – С. 54-63. – DOI 10.54398/20741707_2023_3_54.

5. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.

6. Гильманова, Э. А. Роль аудита информационной безопасности в жизненном цикле системы обеспечения информационной безопасности объектов критической информационной инфраструктуры / Э. А. Гильманова, Р. И. Ахметшина // Форум молодых ученых. – 2022. – № 2(66). – С. 34-37. – DOI 10.46566/2500-4050_2022_66_34.

7. Перечень действующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии. – URL: <https://www.secnrs.ru/science/development/fnp/> (дата обращения: 07.11.2024). Текст: электронный.

8. Гильманова, Э. А. Особенности проведения аудита информационной безопасности объектов критической информационной инфраструктуры в топливно-энергетическом комплексе / Э. А. Гильманова, Р. И. Ахметшина // Форум молодых ученых. – 2022. – № 2(66). – С. 29-33. – DOI 10.46566/2500-4050_2022_66_29. – EDN OCSFNA.

9. Макаренко, С. И. Тестирование на проникновение на основе стандарта NIST SP 800-115 / С. И. Макаренко // Вопросы кибербезопасности. – 2022. – № 3(49). – С. 44-57. – DOI 10.21681/2311-3456-2022-3-44-57.

10. Смирнов, М. Б. ИБ-аудит объектов КИИ и критически важных объектов ТЭК / М. Б. Смирнов, А. Ю. Юршев // Защита информации. Инсайд. – 2018. – № 2(80). – С. 8-11.

РЯБОВ НИКОЛАЙ АНДРЕЕВИЧ, магистрант
(e-mail: nikolayryabov94@mail.ru)
Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А, г. Саратов, Россия

КОНСТРУКТИВНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ШЛАГ-БАКЕНОВ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ КОВКИ В РОТАЦИОННО- КОВОЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ

Данная статья посвящена возможности применения процесса лазерной наплавки карбида вольфрама на рабочие поверхности деталей ротационно-ковочных машин горячей ковки для повышения эксплуатационных свойств.

Ключевые слова: шлаг-бакен, горячая ковка, лазерная наплавка карбида вольфрама.

В современной промышленности используются разные методы обработки металлов: обработка давлением, ковка, прокат, литье, штамповка, сварка. Способ обработки, позволяющий получать длинные металлические прутки из толстых и коротких заготовок называется ротационной ковкой.

Ротационная ковка – это сочетание двух действий, вращательного и осевого сжатия для точной формовки деталей, которая может выполняться как в холодном, так и в горячем состоянии. Ротационная ковка осуществляется с помощью ротационно-ковочных машин.

Ротационно-ковочная машина (РКМ-203) – это оборудование, предназначенное для горячей ковки штабиков из вольфрама, молибдена, сплавов вольфрама и молибдена, сплавов вольфрама и рения, сплавов молибдена и рения, а также других сплавов из тугоплавких металлов горячим способом (рис. 1).



Рис.1. Типовая конструкция ротационно-ковочной машины

Конструкция ротационно-ковочной машины включает такие элементы, как корпус, охлаждающую рубашку внутри корпуса, шланги подвода и отвода воды, шпиндель, роликовые подшипники, маховик, приводной ремень, электродвигатель, сепараторный подшипник, шлаг-бакены, мосты крепления шлаг-бакенов к шпинделю машины, болты крепления мостов, шпильки фиксации шлаг-бакенов, ковочные бакены, съёмные пластины, крышку сепараторного подшипника, защитную дверцу.

Принцип работы РКМ – 203 представляет собой ковку - процесс ударного обжатия раскалённых до температуры 1500°C штабиков из тугоплавких металлов, осуществляемый бакенами вдоль поверхности штабиков по их длине, и вытягиванию штабиков в длинные прутки цилиндрической формы. Штабик представляет собой пруток из тугоплавкого металла, имеющий в своём основании форму квадрата сечением ~ 15*15 мм для молибдена и сплавов на его основе, и ~ 10*10 мм для вольфрама и на его основе сплавов. Длина штабиков составляет порядка 300-500 мм. Ударно-поступательное движение бакенов осуществляется за счёт вращения шпинделя, приводимого в движение электродвигателем с помощью ременной передачи через маховик.

Между казённой частью шпинделя и корпусом ротационно-ковочной машины находится сепараторный подшипник, ролики которого выполняют роль полукруглых препятствий для движения шлаг-бакенов по окружности (рис. 2).



Рис.2. Внутренние элементы конструкции ротационно-ковочной машины: 1- роликовые подшипники; 2- сепараторный подшипник; 3- шпиндель

Таким образом, во время вращения шпинделя с большой скоростью, создаётся центробежная сила, выталкивающая шлаг-бакены в противоположные стороны относительно оси его вращения, в процессе которого ролики сепараторного подшипника создают препятствие на пути их движения по окружности, и шлаг-бакены, надвигаясь на них производят поступательные движения внутри паза шпинделя РКМ. В пазе шпинделя РКМ между шлаг-бакенами имеется пространство для вставки бакенов, каналы которых являются основной рабочей поверхностью обработки (ковки) штабиков (рис. 3, 4).



Рис. 3. Элементы конструкции рабочей части шпинделя ротационно-ковочной машины без бойков



Рис. 4. Элементы конструкции рабочей части шпинделя ротационно-ковочной машины со вставленными в паз шпинделя бойками

Сепараторный подшипник состоит из роликов, обоймы для самих роликов и сепараторного кольца. Сепараторный подшипник имеет следующую конструкцию: в корпус РКМ плотно запрессовано сепараторное кольцо. В сепараторное кольцо вставляется обойма с находящимися в ней роликами.

Внутри корпуса РКМ находится охлаждающая рубашка с циркулирующей в ней водой, охлаждающей детали РКМ, так как в процессековки раскалённые штабики нагревают детали данного оборудования. Нагрев РКМ частично происходит и за счёт создаваемого трения подвижных деталей данного оборудования друг между другом в процессе его работы. Вода в РКМ поступает из охлаждающего резервуара с водой на территории предприятия.

Сепараторный подшипник и два подшипника, находящиеся между корпусом и шпинделем, смазываются индустриальным маслом. Для этого в корпусе РКМ предусмотрены два отверстия: одно для поступления масла в сепараторный подшипник, другое для поступления масла в роликовые подшипники между шпинделем и корпусом РКМ. К этим отверстиям подведены маслоподводящие шланги с воронками, в которые заливается индустриальное масло. Масло в РКМ заливается несколько раз в течении рабочей смены.

На лицевой стороне РКМ предусмотрена крышка для закрывания подвижных частей РКМ в процессековки с имеющимся в ней отверстием для подачи штабика в канал шпинделя.

Процессковки включает в себя множество однотипных операций с переходами по размерам с большего диаметра на меньший. Каждый переходковки обеспечивается бакенами с рабочими каналами определённого диаметра. В процессековки происходит изнашивание и увеличение рабочих каналов бакенов как в диаметре, так и по длине канала (рис. 5, 6).



Рис. 5. Ковочные бакены: слева – новый бакен, справа – бакен с изношенным ковочным каналом



Рис. 6. Шлаг-бакены и бакены в единой конструкции

В результате этого процесса уходит размер обрабатываемых штабиков в большую сторону. Для регулирования диаметра обрабатываемых штабиков, прутков на каждом переходе в соответствии с инструкцией предусмотрены регулировочные пластины, толщиной от 1 до 3 мм с шагом пластин 0.1 мм, вкладываемые между шлаг-бакенами и бакенами для получения штабиков, прутков необходимого диаметра. Когда дальнейшая регулировка диаметра каналов бакенов с помощью регулировочных пластин становится невозможной, пара бакенов сначала отправляются на шлифовку, где у этой пары бакенов на плоскошлифовальном станке сошлифовывается поверхность со стороны рабочих каналов на определённый размер, с целью уменьшения диаметра канала, затем на расточку рабочих каналов с целью уменьшения их длины. После чего бакены можно вновь использовать в РКМ. Этот процесс можно повторять несколько раз до тех пор, пока бакены не станут непригодными для их дальнейшего использования.

Внутри шпинделя вдоль его оси, относительно его вращения имеется сквозное отверстие, а в его рабочей части, с которой начинается процессковки, перпендикулярно оси вращения - отфрезерованный паз для крепления шлаг-бакенов и бакенов, осуществляющих процессковки. К боковым и торцевой поверхностям отфрезерованного паза шпинделя прикручиваются съёмные пластины из калёной инструментальной стали. Внутри паза, к которому прикручены эти пластины вкладываются шлаг - бакены. Шлаг - бакены в своём корпусе имеют специальные отверстия круглой формы, с помощью которых они фиксируются в пазе казённой части шпинделя посредством специальных мостов со шпильками таким образом, чтобы была возможность совершать возвратно-поступательные движения шлаг-бакенов внутри этого паза, но при этом не выпадать из него. Каждый из этих мостов в свою очередь прикручиваются в неподвижном состоянии к казённой части шпинделя двумя болтами. Отверстия для болтов в мостах по ширине идентичны диаметру болтов, но имеют продолговатую форму относительно оси вращения, для регулировки установки шлаг-бакенов. Шлаг-бакены, таким образом могут устанавливаться ближе или дальше от оси шпинделя для регулировки амплитуды возвратно-поступательных движений и силы наносимых ударов бакенами по штабику.

Шпиндель соединяется с корпусом ротационно-ковочной машины посредством двух подшипников.

Процессковки начинается с подачи штабика в отверстие рабочей части вращающегося шпинделя РКМ-203, в пазе которого находятся бакены и шлаг-бакены, совершающие возвратно-поступательные движения перпендикулярно оси вращения шпинделя. Во время подачи раскалённого штабика внутрь рабочей части вращающегося шпинделя вдоль его оси, рабочая поверхность бакенов (каналы бакенов) совершает удары по поверхности штабика вдоль его длины, таким образом уменьшая его диаметр и удлиняя его.

В описании РКМ-203 можно заметить, что данная машина имеет много деталей и узлов, которые испытывают ударные нагрузки и нагрузки по истиранию. К основной части узлов, испытывающих самые высокие нагрузки данного типа можно отнести шлаг-бакены, бакены, съёмные пластины в пазу шпинделя, сепараторный подшипник, состоящий из роликов, обоймы и сепараторного кольца.

Съёмные пластины в пазу шпинделя являются расходным материалом, т.к. в процессековки их поверхности, соприкасаются со шлаг-бакенами и бакенами, совершающими поступательные движения внутри паза и являются трущимися поверхностями, испытывающими нагрузки по истиранию. В процессе возвратно - поступательного движения шлаг-бакенов и бакенов внутри паза, в непосредственном контакте с поверхностями съёмных пластин происходит истирание этих поверхностей, приводящее к уменьшению толщины пластин и увеличению люфта бакенов и шлаг-бакенов, что в свою очередь приводит к уменьшению точности обработки штабиков и прутков, а также к их отбраковке.

Особое внимание следует уделить шлаг-бакенам, рабочая поверхность которых имеет полукруглую форму. В конструкции шпинделя ротационно - ковочной машины предусмотрено наличие 2-х шлаг-бакенов, а в конструкции обоймы сепараторного подшипника предусмотрено 12 роликов. Соответственно за один оборот шпинделя один шлаг-бакен надвигается на ролики сепараторного подшипника 12 раз, испытывая за один оборот 12 ударов. Помимо ударов рабочая часть шлаг-бакенов испытывает нагрузки по истиранию вращаясь в обойме сепараторного подшипника и соприкасаясь в процессе работы с его поверхностью. Благодаря этому можно сделать вывод, что рабочая поверхность шлаг-бакенов из всех деталей РКМ испытывает самые высокие нагрузки ударного типа, и по истиранию. В связи с этим шлаг-бакены быстро выходят из строя и становятся непригодными для дальнейшего использования, так как после определённого времени их работы на их рабочих поверхностях образуются области стачивания металла. Таким образом рабочая поверхность шлаг-бакенов теряет свою геометрическую форму. Ковать со сточенной поверхностью рабочей части шлаг-бакенов нельзя, так как при ковке такими шлаг-бакенами на штабиках и прутках образуются задиры и следы неравномернойковки, из-за которой штабики и прутки становятся бракованными изделиями. Вообще все узлы РКМ, подверженные ударным нагрузкам и нагрузкам по истиранию, а так же все подвижные части, испытывающие данные нагрузки нуждаются в упрочнении. Но, наибольшие нагрузки принимают на себя шлаг-бакены, в связи с чем быстрее всего выходят из строя (рис. 7).



Рис. 7. Шлаг-бакен с исходной и изношенной поверхностью: а – исходная поверхность (до эксплуатации); б – изношенная поверхность

Вывод: шлаг-бакены являются узлом РКМ, принимающим самые высокие нагрузки в процессе работы данного оборудования, соответственно рабочие поверхности шлаг-баченов нуждаются в упрочнении.

В современной промышленности широкое применение находят способы упрочнения поверхностей деталей, подвергающихся высоким нагрузкам по истиранию, ударным, температурным нагрузкам, химическому износу в результате работы деталей в химически активной среде, а так же химическому износу, происходящему в результате нагревания деталей и поглощению кислорода воздуха и других химических элементов и соединений в результате контакта деталей с ними методом лазерной наплавки, газодинамического напыления, ионно-лучевого распыления, оксидирования, осаждения из газовой и жидких фаз и др.

Для упрочнения рабочей поверхности шлаг-баченов предлагается использовать лазерную наплавку порошка карбида вольфрама дисперсностью 150 мкм. Выбор данного способа обусловлен обеспечением высокой точности и однородности наплавки, отсутствием необходимости последующей обработки материала в связи с высокой точностью процесса, минимальными деформациями обрабатываемого материала в связи с контролируемым нагревом и возможностью обработки деталей со сложной формой.

Технология лазерной обработки, в том числе наплавки, является эффективным методом упрочнения поверхностей деталей, увеличивая срок службы деталей минимум в 2 раза [1-9]. Следует отметить, что метод лазерной наплавки набирает свою популярность благодаря своей простоте, экономической эффективности, высокой точности обработки и эффективности использования данного метода.

Список литературы

1. Сперанский С.К., Родионов И.В. Лазерные технологии в науке и производстве (обзор). Технологические особенности лазерной сварки и пайки различных материалов // Вопросы электротехнологии. №4 (25), 2019. С. 18-37.
2. Сперанский С.К., Родионов И.В. Лазерные технологии в науке и производстве (обзор). Физические особенности генерации излучения и типы лазеров // Вопросы электротехнологии. №4 (41), 2023. С. 64-80.

3. Родионов И.В., Перинская И.В., Куц Л.Е., Устинов П.Н. Формирование пористого порошкового Al_2O_3 покрытия способом лазерного импульсного спекания // Вопросы электротехнологии. №1 (42), 2024. С. 14-23.

4. Проскуряков В.И., Родионов И.В. Разработка технологии тонкослойного лазерного модифицирования хромоникелевой стали 12Х18Н10Т // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2022. №3. С. 85-96.

5. Родионов И.В., Устинов П.Н., Перинская И.В., Куц Л.Е. Влияние режимов лазерной наплавки порошка карбида вольфрама на характеристики поверхности стали 12Х18Н10Т // Известия Волгоградского государственного технического университета. №2 (285), 2024. С. 41-46.

6. Родионов И.В., Устинов П.Н., Перинская И.В., Куц Л.Е. Лазерная наплавка порошка титанового сплава ВТ6 на нержавеющую сталь 08Х18Н10Т при импульсном воздействии излучения // Вопросы электротехнологии. №4 (41), 2023. С. 40-50.

7. Proskuryakov V. The effect of graphite coating on the composition, structure and microhardness of the surface of structural chromiumnickel steel during laser pulse processing / V. Proskuryakov, I. Rodionov, S. Borodina // Journal of Physics: Conference Series: 7, Saint Petersburg, 27-30 апреля 2020 года. Saint Petersburg, 2020. P. 012069.

8. Проскуряков В.И., Родионов И.В., Ситников Е.В., Бородина С.А. Получение ультрамелкодисперсных структур на титановом сплаве ВТ6 лазерным диспергированием тонких оксидных пленок // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. Т.17. №1, 2020. С. 14-20.

9. Проскуряков В.И., Родионов И.В. Формирование состава и характеристик поверхности хромоникелевой стали 12Х18Н10Т при лазерном модифицировании в слое экспериментальной легирующей обмазки // Журнал технической физики. Т.92. Вып.1, 2022. С. 84-91.

САЛАФОНОВ ЭЛЬМАН РУСЛАНОВИЧ, студент
ВАЙНЕР ЛЕОНИД ГРИГОРЬЕВИЧ, д. т. н., профессор
Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия
lgvainer@mail.ru

АНИМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В CINEMA 4D

В статье приведены методы и результаты создания статической и динамической визуализаций технического объекта в программе полигонального моделирования Cinema 4D, а также проанализирована практическая значимость рассмотренного подхода.

Ключевые слова: полигональное моделирование, динамическая визуализация, пневмоцилиндр, анимация.

В настоящее время в САD-технологиях активно используются два вида 3D-моделирования: полигональное и параметрическое [1]. Параметрическое моделирование базируется на математических законах, поэтому создаваемые таким методом модели являются точными аналогами реальных объектов [2]. Такой метод востребован у инженеров, так как способствует лучшему пониманию конструктивных особенностей разрабатываемых технических объектов. Полигональное же моделирование не ставит своей целью математически точное

описание создаваемых моделей, оно позволяет получать различное многообразие форм как приближенных к реальным, так и абстрактных, вымышленных. Проявления полигонального моделирования встречаются в дизайне, кино, рекламе и т. п., поэтому не сложно сделать вывод, что такой вид 3D-моделирования преимущественно используется представителями творческих профессий.

Несмотря на очевидные предпосылки к выбору программы параметрического моделирования для создания моделей инженерных объектов, в данной работе используется программа полигонального моделирования Cinema 4D [3]. Такой подход является экспериментальным и обусловлен ожидаемой эффективностью создания в Cinema 4D визуализации для решения задачи наглядной демонстрации внутреннего и внешнего устройства, а также выполняемых функций технического объекта на примере пневматического цилиндра.

Для выполнения поставленной задачи необходимо в первую очередь создать 3D-модели компонентов, составляющих пневматический цилиндр, а именно: штока, поршня, корпуса, крышек, болтов, гаек и др. Метод их отрисовки заключается в усложнении формы наиболее схожего по первоначальной форме примитивного геометрического объекта различными путями и командами, а также наложения на него отдельных элементов, например, резьбы. В основе создания различных форм в Cinema 4D лежит построение 3D-модели на основе плоской полигональной сетки, изменяя которую получают требуемую геометрию. Так, например, трехмерная модель штока постепенно создается путем изменения полигональной сетки объекта цилиндр и присоединения резьбовых элементов к имеющейся геометрии (рис. 1).

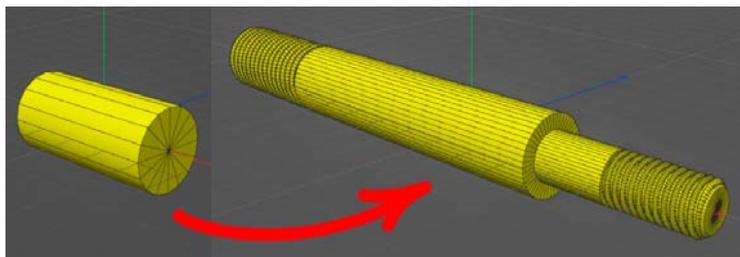


Рис. 1. Результат создания 3D-модели штока из примитива цилиндр

С помощью вышеописанного принципа формируются все составляющие пневматический цилиндр компоненты (рис. 2).

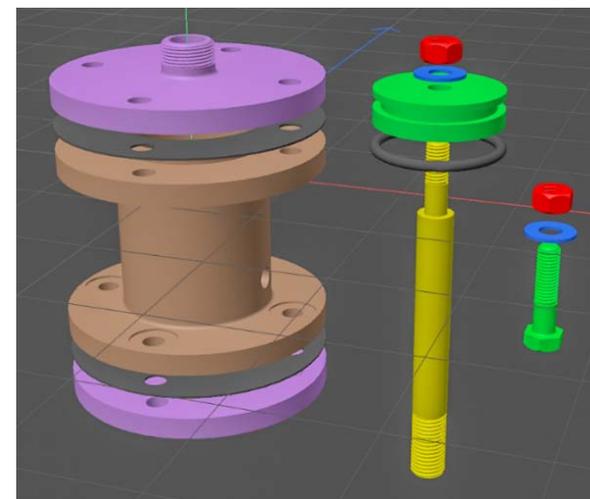


Рис. 2. Составляющие компоненты пневматического цилиндра

После создания всех необходимых моделей производится их сборка в единую конструкцию, проверка соответствия размеров и взаимных расположений всех деталей относительно друг друга при различных возможных состояниях пневматического цилиндра.

На данном этапе на все компоненты полученного пневматического цилиндра накладываются текстуры, являющиеся аналогами реальных материалов таких, как металл, резина и т. п. Теперь, используя плагин Arnold Render [4] для обработки связанных моделей и текстур, необходимо выставить свет в сцене и подобрать ракурс для наглядного восприятия. В результате создается состояние статической визуализации объекта (рис. 3).



Рис. 3. Статическая визуализация пневматического цилиндра

Рис. 4. Выборочная раскадровка шести фаз анимации сборки пневматического цилиндра

Для наглядного представления изменения состояния трехмерного объекта во времени создается динамическая визуализация - анимация. В данном случае – анимация сборки созданных ранее деталей в единое устройство (рис. 4) и работы собранного устройства (рис. 5).

Рассмотрим принципы и технологию создания анимации на примере анимации работы пневматического цилиндра. В начальный момент времени фиксируются положения всех участвующих деталей в том состоянии, в котором они находятся в начальной фазе работы. Далее выбирается определенный конечный момент времени, в котором расположение компонентов изменяется так, чтобы оно соответствовало конечной фазе работы, положения объектов снова фиксируются. После этого программа самостоятельно вычисляет траектории движения всех моделей в промежутке между начальным и конечным моментами времени.



Рис. 5. Выборочная раскадровка четырех фаз анимации работы пневматического цилиндра

Программа полигонального моделирования Cinema 4D имеет большой потенциал для применения в различных профессиональных и учебных инженерных отраслях, так как предоставляет обширные возможности для создания качественных и наглядных визуализаций как общего устройства, так и рабочих процессов инженерных объектов.

Список литературы

1. 3D-моделирование: виды, принципы, инструменты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/blog/3d-modelirovanie/>.
2. Параметрическое моделирование. Для чего используется? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Y85Q3A1xWCadu684>.
3. Cinema 4D [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.maxon.net/cinema-4d>.
4. Rendering with Arnold – Cinema 4D [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d/features/rendering-with-arnold>.

СЕДЫХ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ, студент

Научный руководитель –

БУРЦЕВ АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ, канд. техн. наук, ст. преподаватель

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: sedyx06@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ОБОГРЕВА

В данной статье рассматривается вопрос использования обогревательных устройств в автоматизированных системах обогрева. Описываются принципы работы таких систем, их преимущества и недостатки, а также возможности оптимизации и повышения эффективности обогрева с помощью обогревательных устройств.

Ключевые слова: отопление, автоматизация, оптимизация, эффективность.

Новые технологии предоставляют эффективные способы управления теплом в помещении. От традиционных радиаторов до современных инфракрасных обогревателей, разнообразие отопительных приборов позволяет выбрать оптимальное решение для каждого случая. Радиаторы, передающие тепло от горячей воды или пара, являются наиболее распространенными и доступны в различных стилях и дизайнах [1, 2].

Конвекторы обеспечивают равномерное распределение тепла за счет циркуляции воздуха. Они компактны и могут быть установлены на разных уровнях стен для оптимизации пространства.

Инфракрасные обогреватели фокусируются на нагреве объектов, минимизируя потери тепла. Они направляют инфракрасные лучи на объекты и поверхности, создавая непосредственное обогревание.

Теплые полы распределяют тепло из-под пола, предотвращая образование холодных зон и обеспечивая равномерное обогревание.

Вентиляционные системы с рекуперацией тепла используют тепло, выделяемое при вытяжке, для предварительного нагрева свежего воздуха, обеспечивая эффективное использование тепла и вентиляцию в одной системе [3, 4].

Электрические обогреватели, работающие от электроэнергии, предлагают портативный и удобный вариант обогрева.

Солнечные коллекторы, использующие солнечную энергию для нагрева теплоносителя, обеспечивают экологичный и энергоэффективный обогрев.

Автоматизированные системы отопления предлагают инновационный подход к обеспечению комфорта в помещении. Сенсоры и регуляторы постоянно отслеживают температуру и другие параметры, точно регулируя уровень отопления.

Программирование и дистанционное управление позволяют гибко настраивать расписание и управлять системой удаленно, снижая затраты на отопление и оптимизируя энергопотребление. Адаптация к изменяющимся условиям, таким как погода, повышает эффективность и стабильность, минимизируя вмешательство человека [5, 6].

Технологические инновации в отопительных приборах вносят значительные улучшения в эффективность и управление. Современные материалы с высокой теплопроводностью и устойчивостью к коррозии создают долговечные и эффективные системы. Интеграция с умными домашними системами и взаимодействие с Интернетом обеспечивают управление через мобильные приложения и голосовые команды. Инновации в энергоэффективности включают регулирование мощности и использование сенсоров и алгоритмов искусственного интеллекта. Автоматизированные системы отопления повышают комфорт, обеспечивают точный контроль температуры и энергоэффективность, снижая расходы и воздействие на окружающую среду.

Возможность дистанционного управления отоплением через мобильные устройства добавляет удобства и гибкости в повседневную жизнь. Пользователи могут регулировать температуру в своем доме из любой точки мира, что особенно удобно в случае изменения планов или временного отсутствия [7, 8].

Автоматизированные системы отопления позволяют контролировать и анализировать потребление энергии, улучшая эффективность и комфорт. Отопительные приборы становятся частью умного дома, обеспечивая экономию ресурсов и удобство.

Будущее отопительных приборов в автоматизированных системах обещает инновации для улучшения эффективности, удобства и экологичности. Интеграция с умными устройствами, такими как термостаты, системы безопасности и освещения, создаст интеллектуальные сценарии автоматизации.

Искусственный интеллект и машинное обучение обеспечат точный анализ данных и прогнозирование потребностей в отоплении, оптимизируя работу.

Возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели и геотермальные системы, станут более распространенными, снижая зависимость от традиционных источников энергии.

Интеграция с умными домашними системами, использование искусственного интеллекта и возобновляемых источников энергии создадут новую эру в отоплении. Сохранение экологического баланса станет актуальным, благодаря активному использованию возобновляемых источников энергии. Технологии будущего позволят создавать эффективные и экологически устойчивые системы отопления.

Список литературы

1. Бурцев, А. П. Комплексная утилизация теплоты сбросных газов и вентиляционных выбросов в многослойном пластинчатом рекуператоре : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бурцев Алексей Петрович, 2023. – 202 с. – EDN PRCPLY.

2. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электроснабжения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл. 12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBH.

3. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК С23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.

4. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.

5. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.

6. Бурцев, А. П. Меры совершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.

7. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.

8. Один из вариантов измерения объема жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Тютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.

УДК 004.75

СЕРГЕЕВ АЛЕКСЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
АНАЩЕНКОВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ, магистрант
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: alesha.sergeew2017@yandex.ru)

РОЛЬ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

В статье проведен анализ роли облачных технологий в обеспечении информационной безопасности энергетических компаний в условиях цифровой трансформации. Рассматриваются преимущества, которые облачные решения предоставляют в контексте повышения эффективности, снижения затрат и улучшения управления ресурсами, а также их способности к масштабированию и адаптации к изменяющимся требованиям рынка. Особое внимание уделяется возникающим вызовам в области информационной безопасности, связанным с киберугрозами, которые могут угрожать как данным компаний, так и безопасности регионов в целом. Статья также подчеркивает важность комплексного подхода к оценке рисков и внедрению мер защиты данных при интеграции облачных технологий. В заключение, подчеркивается, что облачные решения становятся основой для инновационного развития и повышения конкурентоспособности энергетических компаний, способствуя их устойчивому росту в современной экономике.

Ключевые слова: цифровая трансформация, электроэнергетика, угрозы безопасности, информационная безопасность, облачные технологии.

В последние годы облачные технологии стали неотъемлемой частью цифровой трансформации многих отраслей, включая электроэнергетический сектор [1]. С увеличением объемов данных и сложностью операций, электроэнергетические компании все чаще обращаются к облачным решениям для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения управления ресурсами [2]. Однако с этими преимуществами возникают и новые вызовы в области информационной безопасности.

Электроэнергетические компании, как элементы критически важной инфраструктуры, подвержены различным киберугрозам, которые могут угрожать не только их собственным данным, но и безопасности целых регионов [3]. Учитывая важность защиты информации, интеграция облачных технологий должна сопровождаться тщательным анализом рисков и внедрением комплексных мер безопасности [4].

Особое место среди информационных технологий начинают занимать облачные технологии [5]. В общем понимании облачные технологии — это инновационный метод организации информационных ресурсов, который отличается высокой степенью гибкости и масштабируемости [6]. Новые приоритетные цели включают в себя автоматизацию процессов и повышение эффективности на основе машинного обучения и облачных технологий [7]. Активно формируются консорциумы для совместной разработки сложных специализированных программных решений.

Облачные технологии предоставляют энергетическим компаниям множество преимуществ, которые могут значительно улучшить их операционные процессы и повысить общую эффективность бизнеса, позволяя им адаптироваться к

быстро меняющимся условиям рынка и улучшать свою операционную эффективность. Одним из ключевых преимуществ является масштабируемость и гибкость ресурсов.

Масштабируемость и гибкость являются основными характеристиками облачных технологий, которые особенно важны для энергетических компаний [8]. Рассмотрим их подробнее:

1) Адаптация к изменяющимся требованиям: энергетические компании сталкиваются с колебаниями спроса на электроэнергию в зависимости от времени года, погодных условий и других факторов. Облачные решения позволяют быстро увеличивать или уменьшать объемы вычислительных ресурсов в зависимости от текущих потребностей бизнеса.

2) Легкость внедрения новых технологий: с переходом на облачные платформы компании могут быстрее интегрировать новые технологии, такие как системы управления распределенными энергоресурсами (DERMS), платформы для анализа больших данных или решения для управления умными сетями. Это позволяет оперативно реагировать на изменения в отрасли и внедрять инновации.

3) Оптимизация затрат: облачные технологии позволяют энергетическим компаниям избегать значительных капитальных затрат на приобретение и обслуживание физической инфраструктуры. Вместо этого они могут использовать модель «оплата по мере использования», что позволяет более эффективно распределять бюджет в зависимости от реальных потребностей.

4) Поддержка роста бизнеса: облачные решения обеспечивают возможность быстрого расширения операций, что особенно важно для компаний, которые планируют выход на новые рынки или увеличение объемов производства. С помощью облака можно легко добавлять новые сервисы или расширять существующие без необходимости в долгосрочных инвестициях.

5) Гибкость в управлении проектами: энергетические компании могут запускать временные проекты или пилотные программы, используя облачные ресурсы без необходимости создания постоянной инфраструктуры. Это позволяет тестировать новые идеи и решения с минимальными рисками и затратами.

6) Улучшение качества обслуживания клиентов: облачные технологии позволяют компаниям более точно прогнозировать спрос и оптимизировать распределение ресурсов, что приводит к повышению качества обслуживания клиентов и снижению вероятности перебоев в поставках.

Масштабируемость и гибкость ресурсов, предлагаемые облачными технологиями, делают их незаменимыми для энергетических компаний, стремящихся к инновациям и повышению эффективности. Эти преимущества помогают компаниям не только адаптироваться к изменениям на рынке, но и активно развиваться, внедряя новые решения и технологии. Облачные технологии позволяют оптимизировать процессы управления данными и приложениями, предоставляя ряд преимуществ, которые способствуют повышению эффективности и гибкости бизнеса (табл. 1).

Таблица 1 – Преимущества облачных технологий, способствующие повышению эффективности работы в электроэнергетическом секторе

Наименование	Характеристика
1	2
Централизованное хранение данных	1) Единая платформа: облачные решения позволяют централизовать данные в одном месте, что упрощает доступ к информации и управление ею. Это особенно важно для энергетических компаний, которые обрабатывают большие объемы данных из различных источников (например, датчиков, систем мониторинга и отчетности). 2) Упрощенный доступ: сотрудники могут получать доступ к данным из любого места и в любое время, что облегчает совместную работу и ускоряет принятие решений.
Автоматизация процессов	1) Интеграция приложений: облачные платформы предлагают инструменты для интеграции различных бизнес-приложений, что позволяет автоматизировать процессы и уменьшить количество ручных операций. Это снижает вероятность ошибок и повышает общую эффективность. 2) Управление рабочими процессами: использование облачных решений для управления рабочими процессами позволяет энергетическим компаниям оптимизировать свои операции, что приводит к сокращению времени выполнения задач и улучшению качества услуг.
Гибкость и масштабируемость	1) Легкость в масштабировании: облачные технологии позволяют легко увеличивать или уменьшать объемы хранимых данных и вычислительных ресурсов в зависимости от потребностей бизнеса. Это особенно полезно в условиях изменчивого спроса на энергоресурсы. 2) Поддержка новых приложений: энергетические компании могут быстро разрабатывать и внедрять новые приложения для анализа данных, мониторинга состояния оборудования или управления потреблением энергии без необходимости в сложной инфраструктуре.
Улучшенная безопасность данных	1) Современные меры безопасности: облачные провайдеры часто предлагают передовые решения для обеспечения безопасности данных, включая шифрование, управление доступом и регулярное резервное копирование, что помогает защитить важную информацию от потерь и несанкционированного доступа. 2) Соответствие стандартам: многие облачные платформы соответствуют международным стандартам безопасности и защите данных, что упрощает соблюдение нормативных требований для энергетических компаний.
Аналитика и отчетность	1) Инструменты для анализа данных: облачные решения предоставляют доступ к мощным инструментам аналитики, которые позволяют энергетическим компаниям проводить глубокий анализ данных и извлекать ценные инсайты для оптимизации операций и повышения эффективности. 2) Автоматизированная отчетность: возможность автоматизации процесса создания отчетов позволяет снизить затраты времени на подготовку документации и повысить точность представляемых данных.

В контексте обеспечения информационной безопасности, как указывается в публикации [9], важным аспектом является аутентификация источников сообщений и повышение защищенности передаваемых данных, что также важно для

энергетических компаний, применяющих облачные решения. Таким образом, внедрение облачных технологий может сочетаться с современными методами защиты информации, обеспечивая как инновации, так и безопасность.

Облачные технологии представляют собой мощный инструмент для энергетических компаний, позволяя им повышать эффективность, снижать затраты и улучшать качество обслуживания клиентов. Однако для успешной реализации этих преимуществ необходимо тщательно продумать стратегию перехода на облачные решения, учитывая все возможные риски и вызовы. Процесс взаимодействия субъектов и объектов энергетической компании в облаке представлен на рисунке 1.

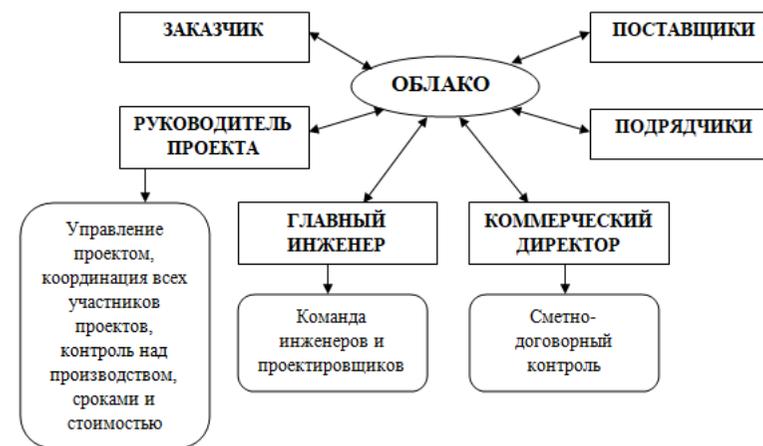


Рисунок 1 - Облачные технологии в энергетической компании

В текущих условиях существует широкий спектр облачных технологий, которые могут помочь многим компаниям достичь нового уровня развития. Над вопросом использования облачных технологий в энергетике отечественными и зарубежными специалистами ведется активная работа. В качестве примера можно привести создание компанией Microsoft Smart Energy Reference Architecture (SERA) – референсной архитектуры для интеллектуальной энергетической экосистемы. В системе SERA особое внимание уделено следующим областям:

- 1) интеллектуальная аналитика;
- 2) управление большими размерами данных;
- 3) шаблоны для интеграции
- 4) управление мастер-данными и моделирование;
- 5) облачные технологии;
- 6) кибер-безопасность;
- 7) иерархическое управление [10].

В России также существует ряд технологий и решений, направленных на решение задач, связанных с облачными технологиями и обеспечением информационной безопасности в энергетическом секторе. Среди них можно выделить облачные платформы от отечественных ИТ-компаний, таких как РТС облако, которое предлагает услуги облачных вычислений, хранения данных и разработки программного обеспечения с акцентом на безопасность и соблюдение российских стандартов. Ростелеком также предоставляет широкий спектр облачных услуг, включая облачное хранилище и ИТ-инфраструктуру, обеспечивая поддержку современных мер безопасности.

Кроме того, важным аспектом является разработка систем защиты информации. Лаборатория Касперского и InfoWatch предлагают решения, нацеленные на защиту от киберугроз, адаптированные к потребностям инфраструктурных предприятий, например, в энергетическом секторе. Также активно развиваются системы для обработки больших данных, такие как решения от 1С:Предприятие, которые позволяют энергетическим компаниям анализировать данные в облачной среде и оптимизировать операционные процессы.

Интеллектуальные системы управления, такие как системы управления распределенными энергоресурсами и технологии SMART Grid, разрабатываются с использованием отечественных решений, что способствует интеграции облачных технологий и улучшению управления ресурсами. Важную роль играют и национальные стандарты кибербезопасности, разрабатываемые ФСБ и Ростехнадзором, которые обеспечивают защиту критически важной инфраструктуры в энергетике.

Наконец, инициативы, такие как Национальная технологическая инициатива (НТИ), активно продвигают облачные технологии, кибербезопасность и цифровые платформы в различных отраслях, включая энергетику. Все эти технологии и решения направлены на удовлетворение потребностей энергетических компаний в эффективном использовании облачных ресурсов при обеспечении необходимого уровня безопасности данных и защиты информации.

Таким образом, облачные технологии оказывают значительное влияние на электроэнергетический сектор, открывая новые горизонты для повышения эффективности и адаптации к изменяющимся условиям рынка. Их масштабируемость и гибкость позволяют компаниям быстро реагировать на колебания спроса и внедрять инновации, что делает их критически важными в условиях современной экономики.

Тем не менее, с введением облачных решений возникают и серьезные вызовы в области информационной безопасности, что требует тщательной оценки рисков и разработки комплексных стратегий защиты данных. Успех перехода на облачные технологии зависит от грамотного управления этими аспектами.

Облачные технологии не просто трансформируют операционные процессы – они становятся основой для устойчивого роста и инноваций в электроэнергетической отрасли, обеспечивая компании инструментами для достижения высоких показателей, улучшения качества обслуживания и снижения затрат. При

правильном подходе, облачные решения способны вывести энергетические компании на новый уровень эффективности и конкурентоспособности.

Список литературы

1. Хитрых, Д. О цифровой трансформации энергетической отрасли / Д. Хитрых // Энергетическая политика. – 2021. – № 10(164). – С. 76-89. – DOI 10.46920/2409-5516_2021_10164_76.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".
3. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.
4. Павлов, М. Р. Способы защиты информации в сетях / М. Р. Павлов, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 105-108.
5. Киселев, А. В. Информационные технологии в управлении / А. В. Киселев, А. О. Спицына, Ю. А. Халин. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. – 107 с.
6. Облачные Технологии — что такое // Школа английского языка Skyeng URL: <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/chto-takoe-oblachnye-tekhnologii/> (дата обращения: 01.11.2024г.).
7. Системы искусственного интеллекта / В. П. Добрица, Е. А. Титенко, Ю. А. Халин, А. В. Киселев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 143 с.
8. Основные принципы масштабируемости и устойчивости облаков // ИКСМедиа URL: <https://www.iksmmedia.ru/articles/5921602-Osnovnye-principy-masshtabiruemosti.html> (дата обращения: 01.11.2024г.).
9. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".
10. Интерес к инновационным технологиям в российской электроэнергетике довольно высок // Интервью менеджера по развитию бизнеса департамента по работе с крупными организациями и партнерами Microsoft Алексея Куканова portalу SmartGrid.ru; информационно-аналитический портал. URL: <http://www.smartgrid.ru> (Дата обращения: 01.11.2024).

СОЛОГУБОВА АННА ВЛАДИМИРОВНА, студент

Научный руководитель–

БУРЦЕВ АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ, канд. техн. наук, ст. преподаватель
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
(e-mail: anasologubova600@gmail.com)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ НАСОСОВ В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Исследование посвящено энергосберегающим насосам, обеспечивающих эффективное циркулирование теплоносителя в системе. В работе рассматриваются разные виды циркуляционных насосов в многоквартирных домах, задачи их работы, правила эксплуатации для долговременной работы. А также перспективы в дальнейшем развитии насосных систем с новыми технологиями.

Ключевые слова: эффективная система отопления, циркуляционные насосы, водяные насосы, комфортные условия жизни, функция поддержания циркуляции теплоносителя, повышение эффективности отопительной системы, эксплуатация насосов, техническое обслуживание насосов, перспективы развития насосных систем, новые технологии.

В многоквартирных жилых домах эффективная система отопления является ключевым элементом обеспечения комфорта и уютных условий для жильцов. Одним из неотъемлемых компонентов таких систем являются насосы, играющие важную роль в циркуляции теплоносителя и поддержании оптимальной температуры в каждом помещении [1, 2, 3].

В системах отопления многоквартирных домов применяются различные типы насосов для эффективного циркулирования теплоносителя. Циркуляционные насосы компактны и обеспечивают равномерное распределение тепла. Водяные насосы перекачивают горячую воду в радиаторы или теплые полы. Воздушные насосы используются в системах с возобновляемыми источниками энергии. Выбор оптимального типа насоса зависит от особенностей системы отопления дома [4, 5].

Насосы в системах отопления многоквартирных домов кажутся незаметными, но их роль в обеспечении комфортных условий жизни велика. Основная функция насосов – циркуляция теплоносителя, благодаря которой теплая вода равномерно обогревает все помещения [6, 7].

Важным аспектом является также обеспечение равномерного распределения тепла по всему зданию. Насосы способствуют тому, чтобы температура была одинаковой в различных частях дома, предотвращая появление холодных участков [8].

Экономия энергии и повышение эффективности отопительной системы – задачи насосов. Регулирование скорости работы насоса оптимизирует энергопотребление, адаптируясь к текущим потребностям. Насосы – ключевой элемент создания эффективной и энергосберегающей системы отопления.

Особенности эксплуатации насосов в системах отопления многоквартирных домов обеспечивают их долговечность и эффективность. Регулирование скорости насоса позволяет оптимизировать энергопотребление, особенно при изменении требований к отоплению в зависимости от времени суток или сезона [9].

Техническое обслуживание насосов является ключевым фактором для их надежной работы. Регулярная проверка и чистка компонентов предотвращают поломки и обеспечивают бесперебойность системы отопления. Предупрежде-

ние проблем помогает продлить срок службы насосов и повысить надежность всей системы.

Безопасность эксплуатации насосов включает контроль температуры и давления, а также проверку электрических компонентов. Это помогает предотвратить аварийные ситуации и обеспечить безопасную эксплуатацию.

Перспективы развития насосных систем включают разработку более эффективных и экологически чистых насосов, снижающих энергопотребление и воздействие на окружающую среду. Интеграция систем «умного дома» и автоматизация управления с помощью smart-технологий позволяют оптимизировать работу отопительной системы в реальном времени.

Развитие материалов и конструкций насосов направлено на увеличение надежности и снижение износа, что сокращает затраты на обслуживание. Использование переменных частот в работе насосов позволяет точнее регулировать их функционирование, что экономит энергию и повышает эффективность системы отопления.

Перспективы развития насосных систем в системах отопления многоквартирных домов направлены на создание более умных, эффективных и устойчивых к ресурсам решений, соответствующих современным требованиям к энергоэффективности и экологичности. Насосы играют важную роль в обеспечении комфорта и эффективности отопительных систем. Разнообразие типов насосов, их функции и особенности эксплуатации являются ключевыми аспектами, определяющими работоспособность системы.

Список литературы

1. Инновационные решения при разработке энергоэффективных поквартирных систем отопления / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, М. Е. Попова [и др.] // Строительство и реконструкция : Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 337-380. – EDN KJUGZM.
2. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электроснабжения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл. 12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBN.
3. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК С23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.
4. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YP1VFS.
5. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.

6. Бурцев, А. П. Меры усовершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.
7. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.
8. Один из вариантов измерения объёма жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Тютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.
9. Экспериментальное исследование процессов рекуперации тепла местных вентиляционных устройств / А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, Е. Н. Грэдинарь, В. Продан // Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 31-34. – EDN GDKLNR.

УДК 004.89

СУКМАНОВА ЯНА АНДРЕЕВНА, бакалавр
ВОРОБЬЕВА АЛЕКСАНДРА ЮРЬЕВНА, бакалавр
КИСЕЛЕВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ, к.т.н., доцент кафедры
вычислительной техники
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
Sukmanova.2003@mail.ru

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ: КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОТРАСЛЬ

В данной статье проводится всесторонний анализ ключевых технологий цифровизации энергетики, оценка их влияния на трансформацию отрасли. В рамках исследования рассмотрены технологические, экономические и регуляторные аспекты цифровой трансформации энергетики.

Ключевые слова: цифровизация, энергетика, цифровые технологии, энергия, искусственный интеллект, управление энергосистемами.

Энергетический сектор является ключевым для социально-экономического развития любой страны и обеспечивает потребности промышленности, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства и населения в электрической и тепловой энергии [1]. В современных условиях глобальной конкуренции, роста энергопотребления и необходимости снижения углеродного следа перед энер-

гетической отрасли стоит задача повышения эффективности, гибкости и устойчивости энергетических систем [2].

Решение данной задачи во многом связано с процессами цифровой трансформации, основанными на широком внедрении передовых информационно-коммуникационных технологий [3]. Цифровизация энергетики открывает новые возможности для повышения операционной эффективности, более эффективной интеграции возобновляемых источников энергии, трансформации существующих и создания новых бизнес-моделей, а также вовлечения конечных потребителей в управление энергопотреблением [4.].

Цифровизация - это, прежде всего, процесс перевода аналоговой информации в цифровую форму. С другой стороны, цифровизация относится к использованию цифровых технологий для изменения бизнес-моделей и обеспечения новых возможностей получения дохода. Она охватывает большие данные, интернет вещей, модели и алгоритмы аналитики данных, искусственный интеллект, машинное обучение и новые бизнес-модели, отражающие то, как с помощью применения новых технологий синтезируются ценность услуг и доходы. Цифровизация также позволяет создавать новые платформы для взаимодействия с клиентами [5].

Среди ключевых технологий, определяющих цифровую трансформацию энергетического сектора, можно выделить следующие:

Интернет вещей (IoT) - сети интеллектуальных датчиков и исполнительных устройств, установленных на энергетических объектах, позволяющие удаленно собирать, обрабатывать и передавать данные.

Большие данные и аналитика - методы сбора, хранения и анализа больших массивов информации, генерируемых в ходе функционирования энергосистем, для выявления закономерностей и оптимизации режимов работы.

Искусственный интеллект и машинное обучение - алгоритмы, позволяющие на основе накопленных данных автоматически принимать решения, прогнозировать события и управлять энергетическими активами.

Технологии распределенных реестров (блокчейн) - децентрализованные платформы для транзакций электроэнергии, учета гибких нагрузок и интеграции распределенной генерации.

Цифровые двойники - виртуальные модели физических активов, процессов и систем, используемые для анализа, оптимизации и прогнозирования их работы.

Облачные вычисления - использование удаленных серверных мощностей для хранения и обработки данных, а также запуска приложений и сервисов.

Мобильные и носимые устройства - интеграция портативных гаджетов для мониторинга энергопотребления, управления энергосистемами и оперативного реагирования.

Дополненная и виртуальная реальность - использование AR/VR-технологий для визуализации энергетических процессов, обслуживания оборудования и обучения персонала.

Робототехника и автоматизация - внедрение роботизированных систем для выполнения опасных, сложных или рутинных операций на энергетических объектах.

В работе [6] представлен завершённый проект экспериментальной интеллектуальной системы управления в энергетическом секторе, которая может быть использована на различных типах электростанций, включая атомные энергоблоки. Разработанный комплекс включает в себя расчетные схемы оперативно-го мониторинга и регистрации быстро меняющихся нейтронно-физических и технологических параметров ядерного энергоблока на этапах ввода энергоблока в эксплуатацию. Авторами отмечается, что автоматизированные системы управления технологическими процессами позволяют осуществлять сбор и регистрацию аналоговых параметров с частотой не более 1 секунды, что недостаточно для корректных расчетов при проведении нейтронно-физических экспериментов и испытаний энергоблоков. Представленная интеллектуальная экспериментальная система управления позволяет принимать и регистрировать аналоговые сигналы с частотой не более 100 миллисекунд. В работе также описывается программная реализация, предоставляющая оператору возможности для реализации требований заказчика, в которой реализованы дополнительные функции для человеко-машинного интерфейса.

Важной задачей системы управления является не только высокая скорость сбора данных, но и обеспечение безопасности и целостности передаваемых данных. В этой связи возникает необходимость в защите информации. Авторами [7] предложено изобретение, позволяющее повысить защищенность передаваемых данных в распределённых информационных системах. Использование уникальных ключей для шифрования сообщений и контроль последовательности поступления данных может быть особенно актуально для интеллектуальной системы управления в энергетике. При реализации таких механизмов аутентификации и защиты информации можно значительно повысить надежность работы системы, минимизируя риски и повышая защиту от несанкционированного доступа.

В ходе исследования [8] разработан набор миниатюрных устройств для накопления энергии с использованием перепрофилированных батарей и экологически чистых устройств для выработки электроэнергии в сочетании с интеллектуальной системой Интернета вещей. В качестве основы устройства накопления энергии используется большое количество переработанных и повторно используемых литиевых аккумуляторов; для зарядки аккумуляторов используются фотоэлектрические панели и ветрогенераторы миниатюрного типа, оснащенные контроллерами заряда энергии ветра и солнца; и, наконец, для мониторинга и управления используется интеллектуальная система Интернета вещей. Экспериментальные исследования, проведенные в данной работе, показали, что устройство обеспечивает более длительную и эффективную генерацию энергии в течение дня, при этом может непрерывно вырабатывать и накапливать электроэнергию и в вечернее время. Также в ходе экспериментов было установлено большая эффективность предложенного устройства в сравнении с фотоэлек-

трическими панелями. Таким образом, предлагаемая интеллектуальная система Интернета вещей позволяет эффективно отслеживать выработку электроэнергии за день и рассчитывать выбросы углекислого газа.

По мере распространения чувствительных электронных устройств важность поддержания высокого качества электроэнергии в энергосистемах становится все более важной. Электрические сбои в энергосистеме могут привести как к техническому, так и к финансовому ущербу и ухудшить качество подаваемой электроэнергии. Система унифицированного контроля качества электроэнергии (UPQC), стала высокоэффективным решением для устранения этих проблем. Ключевыми факторами, влияющими на качество электроэнергии, являются перепады напряжения, гармоники, нелинейные нагрузки, несбалансированные нагрузки и проблемы со стабильностью напряжения.

Для решения этих задач в работе [9] предлагается новая интеллектуальная система управления, основанная на алгоритме TS-fuzzy. Эта система предназначена для повышения качества электроэнергии за счет эффективного управления различными помехами. Оценка производительности предлагаемого контроллера была осуществлена на основе моделирования с использованием программного обеспечения MATLAB/Simulink с учетом таких условий, как перепады напряжения, скачки напряжения, нелинейные нагрузки и несбалансированные нагрузки. В работе также исследована производительность унифицированного регулятора качества электроэнергии (UPQC) в двух условиях: при нелинейной нагрузке и при несбалансированной нагрузке. UPQC состоит из двух инверторов источников напряжения (VSI), расположенных последовательно и шунтирующих в системе. Традиционная стратегия управления, в которой использовался пропорционально-интегральный (PI) контроллер, изначально использовалась для устранения проблем с качеством электроэнергии, таких как провисание напряжения, перепады и гармоники. Однако были выявлены ограничения PI-контроллера, что привело к внедрению новой стратегии интеллектуального управления, известной как TS-fuzzy controller. С помощью моделирования, проведенного в среде MATLAB, была оценена эффективность TS-fuzzy контроллера при различных сценариях, включая падение напряжения, перепады, гармоники, несбалансированную нагрузку и нелинейную нагрузку. Результаты показали, что контроллер TS-fuzzy превосходит контроллер PI с точки зрения повышения качества электроэнергии. Использование контроллера TS-fuzzy в системах UPQC может привести к повышению качества электроэнергии, обеспечивая стабильное и надежное электропитание чувствительных электронных устройств.

Ежедневное потребление, сопровождающееся текущими проблемами в энергетическом секторе, создает необходимость как можно скорее сбалансировать спрос и предложение. Управление энергопотреблением на стороне потребителей должно способствовать устранению существенных недостатков со стороны поставщиков и повышению энергоэффективности. Задача локальной микросети состоит в том, чтобы снизить общую стоимость без ограничения потребления. Авторы статьи [10] предлагают решение, позволяющее отделить элементы

микросети такие, как электрические выключатели, источники питания и бытовые приборы, от центральной системы управления, которая участвует в принятии решений об использовании имеющихся ресурсов. Интеллектуальная система управления энергопотреблением (IEMS) позволяет контролировать и регулировать соответствующие установки для всех источников и хранилищ, обеспечивая экономичную передачу электроэнергии для удовлетворения потребностей потребителей. Авторы предлагают интегрировать IEMS в систему управления "умным домом". Для достижения этой цели был разработан модуль связи между коммерческим гибридным инвертором и IEMS. Такая интеграция позволяет собирать данные о каждом параметре гибридного инвертора и дистанционно управлять источниками питания.

Цифровая трансформация энергетики представляет собой значительный шаг вперёд в развитии отрасли, обеспечивая новые возможности для повышения эффективности, устойчивости и адаптивности энергетических систем. Ключевые технологии, такие как Интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные и блокчейн, играют важную роль в оптимизации процессов мониторинга, управления и распределения энергии.

Применение этих технологий не только улучшает прогнозирование потребления и управление ресурсами, но также способствует интеграции возобновляемых источников энергии, что, в свою очередь, ведёт к снижению углеродного следа и более экологичному энергетическому будущему.

При этом цифровизация открывает новые горизонты для повышения потребительской активности и вовлеченности, позволяя пользователям эффективно управлять своим энергопотреблением и адаптироваться к динамичным условиям рынка. Важно отметить, что успешная реализация цифровой трансформации требует комплексного подхода, включая инвестиции в инфраструктуру, развитие кадрового потенциала и внимание к вопросам кибербезопасности. В заключение, цифровая трансформация представляет собой ключевой элемент стратегии устойчивого развития энергетической отрасли, подготавливая её к будущим вызовам и обеспечивая высокую надежность и эффективность в условиях быстро меняющейся глобальной экономики.

Список литературы

1. Raza, S. A. Time frequency relationship between energy consumption, economic growth and environmental degradation in the United States: Evidence from the transportation sector. Energy/ S. A. Raza, N. Shah, A. Sharif// Energy -2019. – Vol. 173, P. 706-720.
2. Клементовичус Я.Я. Предпосылки формирования низкоуглеродного тренда и его влияние на энергетический сектор/ Клементовичус Я.Я., Максимцев И.А., Сараханова Н.С.// Известия СПбГЭУ. 2022. №1 (133).
3. Обеспечение безопасности в инфокоммуникационных системах и сетях специального назначения / Е. А. Кулешова, Е. Ю. Гладиллина, А. А. Боголюбская, А. А. Волобуев // Инфокоммуникации и космические технологии: состояние, проблемы и пути решения : сборник научных статей по материалам VII Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 13–15 апреля 2023 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2023. – С. 143-147.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем

коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

5. Абдрахманова Г.И. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение (What is the digital economy? Trends, competencies, measurement)/ Абдрахманова Г.И., Вишневецкий К.О., Гохберг Л.М.// National Research University Higher School of Economics–2019 .

6. Grigorieva L.S. Development of an intelligent system of experimental control in the energy sector./ . Grigorieva L.S., Grigoriev V.A//E3S Web of Conferences – 2020 – Vol 164 No 3 DOI:10.1051/e3sconf/202016413003

7. Патент № 2819174 С1 Российская Федерация, МПК H04L 1/00. Способ определения источника пакетов данных в телекоммуникационных сетях : № 2023130579 : заявл. 23.11.2023 : опубл. 15.05.2024 / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

8. Cheng Yung-Tsung Prototype design of an intelligent Internet of Things system combined green energy storage device./ Cheng Yung-Tsung, Hsien-Huang P. Wu, Chen Ya-Chun–2024 DOI:10.1109/ICCE-Taiwan62264.2024.10674403

9. Senapati M.K. Improving Power Quality with Intelligent Control in Electrical Energy Systems./ Senapati M.K., Khamari R.C./ . Senapati M.K., Khamari R.C.// Journal of Electrical Systems-2024 DOI:10.52783/jes.5728

10. Bojović P. D. 9. Design and Development of an Intelligent Energy Management System for a Microgrid Application./ Bojović P. D., Bojović Z./ – 2023 DOI:10.1109/Ee59906.2023.10346107

ТАТАРЕНКОВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ, магистрант
serega.tatarenkov7777@yandex.ru

ЧЕРНЫШЕВ АЛЕКСАНДР САВЕЛЬЕВИЧ, к.т.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
tscherl@rambler.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКАМИ МИКРОРАЙОНА ГОРОДА

В статье рассмотрены актуальные вопросы повышения эффективности потребления электроэнергии в микрорайонах городов. Проведен анализ текущего состояния энергопотребления, выявлены основные технические, экономические и социальные факторы, влияющие на эффективность использования электроэнергии.

Ключевые слова: мониторинг, энергоэффективность, потребление электроэнергии, энергосбережение, интеллектуальные системы учета.

Города традиционно выступают в роли крупных потребителей электроэнергии, что объясняется высокой плотностью населения и значительной концентрацией промышленных предприятий на их территории. «Для обеспечения энергоресурсами потребителей, необходимо с одной стороны обеспечить рост

производства и поставок на внутренний рынок энергоресурсов, а с другой – существенно повысить эффективность их использования и проводить активную энергосберегающую политику» [1].

Эффективное электроснабжение урбанизированных территорий требует продуманной системы энергоснабжения, масштаб которой должен соответствовать размерам города. Такая система охватывает всех потребителей, от бытового сектора до крупных производственных объектов [2].

Для обеспечения электричеством основной массы потребителей используются распределительные сети напряжением 6-10 кВ, а также сети общего пользования с напряжением 0,38 кВ, которые позволяют снабжать как бытовой сектор, так и малые предприятия.

Прогрессивный рост потребления электроэнергии в городах становится неизбежной тенденцией, вызывая необходимость постоянного обновления и расширения электрических сетей. Этот рост обусловлен не только увеличением численности населения и промышленного потенциала, но и все более глубоким проникновением электричества в различные аспекты повседневной жизни. «Более того, по сути, эти два процесса тесно переплетены и взаимообусловлены» [3]. В частности, наблюдается значительное увеличение энергозатрат на бытовые нужды и функционирование коммунального хозяйства. Таким образом, обеспечение надежного и масштабируемого электроснабжения становится ключевым фактором устойчивого развития городов.

Анализ текущего состояния энергопотребления микрорайона представляет собой многоаспектное исследование, включающее изучение структуры энергопотребления, выявление факторов, влияющих на объемы и распределение потребления электроэнергии, а также оценку технологического уровня используемых электроприемников. Этот процесс требует не только сбора и обработки статистических данных, но и их интерпретации с учетом особенностей инфраструктуры микрорайона.

Структура энергопотребления и типология объектов показывают, что микрорайоны современных городов представляют собой сложные инженерно-социальные системы, где энергопотребление распределено между жилыми, общественными и промышленными объектами. Жилой сектор, как правило, включает многоквартирные дома, которые формируют основную часть нагрузки. Здесь потребление электроэнергии связано с бытовыми нуждами: освещением, работой бытовой техники и системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) [4].

Общественные здания, такие как школы, больницы и административные учреждения, имеют свои особенности энергопотребления, определяемые графиком работы и спецификой функционирования. Например, образовательные учреждения потребляют энергию в основном в дневное время, тогда как медицинские учреждения требуют круглосуточного энергоснабжения.

Промышленные и коммерческие объекты микрорайона, такие как магазины, офисы или небольшие производства, характеризуются вариативным графиком потребления, который зависит от времени суток и интенсивности деятельности.

Увеличение доли таких объектов в общей структуре микрорайона существенно влияет на неравномерность нагрузки на электросети.

Организация и проведение энергетического обследования, как правило, включают несколько последовательных этапов, каждый из которых направлен на решение конкретных задач.

На этом этапе осуществляется планирование энергопроверки, что включает разработку программы аудита, уточнение его целей и задач.

Здесь анализируются сведения, определенные в рамках программы энергоаудита.

Полученные данные обрабатываются, проводится инструментальная проверка состояния объекта, а также их глубокий анализ.

Формируется итоговая отчетная документация по результатам обследования.

Подготовленный отчет проходит проверку и согласование с заинтересованными сторонами.

Подготовительный этап включает целый ряд мероприятий, направленных на подготовку к энергоаудиту:

- Сбор информации о состоянии объекта. Определяется техническое состояние многоквартирного дома (МКД) и оцениваются ключевые параметры его энергообеспечения.

- Классификация аудита. Устанавливается вид обследования: обязательный или добровольный.

- Разработка технического задания. На основании полученной информации совместно с заказчиком формируется техническое задание, календарный план и программа проведения энергоаудита. Также составляется перечень отчетной документации и оформляются документы для заключения договора.

- Определение рамок аудита. Программа обследования задает объем, временные рамки и характер мероприятий, а также общий порядок их выполнения.

- Подготовка информационных таблиц. Для сбора предварительных сведений заказчику передаются таблицы, в которых фиксируются общие характеристики объекта.

Для координации работ заказчик назначает ответственное лицо, которое несет ответственность за общее руководство энергоаудитом. В соответствующем документе, регламентирующем это назначение, указываются:

- реквизиты документа, подтверждающего назначение;
- информация об аудиторской организации;
- данные об энергоаудиторах, включая их фамилии, имена и отчества;
- планируемые сроки выполнения энергоаудита.

Четкая организация подготовки и последовательное выполнение этапов энергоаудита обеспечивают его полноту и точность, что позволяет выявить резервы энергосбережения и разработать практические рекомендации по оптимизации энергопотребления.

Анализ временной структуры энергопотребления выявляет пики и провалы в нагрузке, что позволяет определить потенциальные зоны неэффективности. Так, в микрорайонах с высокой долей жилого фонда пиковые нагрузки часто

приходится на утренние и вечерние часы, что связано с активным использованием электроэнергии в быту. В свою очередь, объекты коммерческого и общественного сектора увеличивают нагрузку в дневное время.

Особое внимание уделяется сезонным колебаниям. Зимой нагрузка возрастает из-за использования электрообогревателей и дополнительного освещения, тогда как летом основным фактором роста потребления становятся кондиционеры. Учитывая эти особенности, важно определить степень адаптации электроприемников микрорайона к таким изменениям и способность электросетей выдерживать изменяющиеся условия [5].

Технический анализ показывает, что значительная часть электроприемников в городских микрорайонах остается устаревшей, что приводит к увеличению удельного потребления электроэнергии. Например, использование ламп накаливания вместо светодиодных ламп, а также работа старых холодильников и кондиционеров без инверторных технологий существенно увеличивают объемы энергопотребления.

Одной из критических проблем является отсутствие интеллектуальных систем управления энергопотреблением. Такие системы, интегрирующие датчики, автоматические выключатели и программное обеспечение, могли бы оптимизировать использование электроэнергии, снижая потери и распределяя нагрузку в зависимости от текущей потребности. Однако их недостаточное распространение объясняется как экономическими, так и социальными факторами. Основные проблемы текущего энергопотребления представлены на рисунке 1.

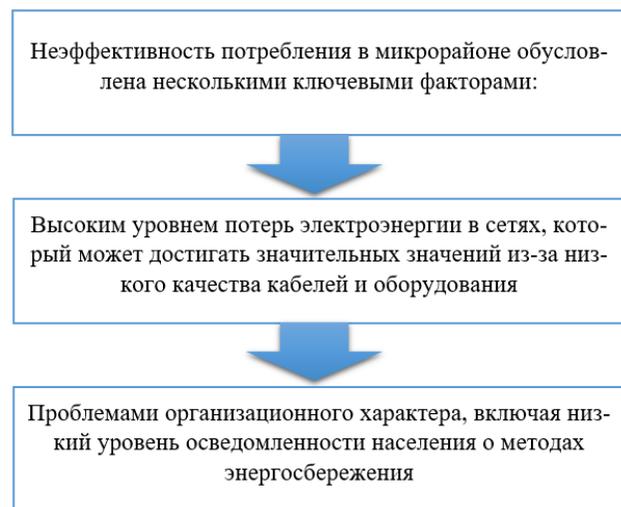


Рисунок 1 – Основные проблемы текущего энергопотребления

Кроме того, важным фактором, влияющим на эффективность энергопотребления, является недостаточное применение дифференцированных тарифов, которые могли бы стимулировать снижение нагрузки в пиковые часы.

Социальное поведение населения также играет значимую роль. Недостаток знаний о возможностях энергосбережения, а также низкая мотивация к установке энергоэффективного оборудования ведут к избыточному энергопотреблению. Например, жильцы часто оставляют электроприборы в режиме ожидания или используют устаревшие устройства, игнорируя потенциальные выгоды от их замены.

Проведя оценку структурных и временных характеристик энергопотребления, а также выявив ключевые факторы, влияющие на уровень потерь, можно выстроить систему управления энергоресурсами, которая будет учитывать как технологические достижения, так и экономические стимулы для конечных потребителей. Например, переход на интеллектуальные системы учета, сопровождаемый оптимизацией сетевой инфраструктуры, позволяет минимизировать технические потери и создать более устойчивую энергосистему, способную справляться с растущей нагрузкой.

Особое внимание следует уделить модернизации оборудования, что, будучи сопряженным с внедрением стандартов энергоэффективности, обеспечит не только снижение расходов на электроэнергию, но и уменьшение нагрузки на окружающую среду. «По отметкам специалистов, в будущем, возможно, ждать значительного технического прогресса в сфере возобновляемых источников энергии» [6]. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели и ветровые установки, в сочетании с традиционными технологиями, способствует формированию экологически ориентированной энергетической стратегии [7].

Не менее важным аспектом становится работа с населением, направленная на повышение осведомленности об энергосберегающих технологиях и экономических выгодах от их использования. Информирова жителей о возможностях снижения энергопотребления и стимулируя их к внедрению новых технологий, можно достичь значительных результатов в рамках отдельных домовладений, что в конечном итоге отразится на общей эффективности микрорайона.

Создавая и реализуя интегрированные программы энергосбережения, включающие финансовые, социальные и технологические инструменты, можно добиться устойчивого повышения энергоэффективности и обеспечить соответствие современных городских микрорайонов как экономическим, так и экологическим требованиям.

Список литературы

1. Чернышев, А. С. Регулирование уровня напряжения в системах электроснабжения промышленного предприятия, как энергосберегающее мероприятие / А. С. Чернышев, И. В. Брежнев, В. Э. Деденко // Наука молодых - будущее России : Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 8-ми томах, Курск, 10-11 декабря 2019 года / Ответственный редактор А.А. Горохов. Том 8. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 190-195. – EDN LZYLRS.

2. Баранов А.В., Зарандия Ж.А. Энергосбережение и энергоэффективность: учебное пособие. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2017. – 96 с.

3. Энергетическая безопасность в условиях глобализации / Л. А. Чернышева, А. С. Чернышев, Ф. С. Юзан [и др.] // Будущее науки-2020 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах, Курск, 21–22 апреля 2020 года. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 291-294. – EDN OCLLYR.

4. Дашков В.М., Кубарьков Ю.П., Макаров Я.В. Способы экономии электрической энергии в системах электроснабжения объектов: учебнометодическое пособие. Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 54 с.

5. Зимин Л.С., Леоненко А.С. Проектирование систем электроснабжения: учебное пособие. Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 64 с.

6. Чернышев, А. С. Перспективы развития альтернативной энергетики / А. С. Чернышев, С. Е. Мордвинов // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17–18 октября 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 212-216. – EDN IWNKFX.

7. Луппов В.П., Мятаж Т.В., Сидоркин Ю.М. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике: учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 107 с.

ТАТАРЕНКОВА НАТАЛЬЯ ИВАНОВНА, магистрант
natasha.tatarenkova2010@yandex.ru

ЧЕРНЫШЕВ АЛЕКСАНДР САВЕЛЬЕВИЧ, к.т.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
tscherl@rambler.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ РОССИИ

В статье представлены основные аспекты оценки эффективности солнечных электростанций (СЭС), применяемых в средней полосе России. Проведён анализ климатических и экономических факторов, влияющих на производительность солнечных систем в условиях региона, а также исследованы особенности различных типов СЭС.

Ключевые слова: солнечные электростанции, средняя полоса России, фотоэлектрические системы, солнечно-термальные станции, эффективность, возобновляемые источники энергии.

Модернизация систем электроснабжения является стратегическим направлением развития энергетической отрасли, обусловленным необходимостью обеспечения устойчивости и адаптации инфраструктуры к современным вызовам. Рост глобального спроса на электроэнергию, вызванный ускоренной урбанизацией, цифровизацией и активным внедрением передовых технологий, приводит к увеличению нагрузки на существующие сети. В этих условиях ключевыми

требованиями становятся надежность, энергетическая эффективность и экологичность, что делает обновление сетей не просто желательным, а жизненно необходимым.

Современные энергосистемы находятся под давлением необходимости интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как солнечные панели и ветряные установки. Несмотря на их значительный вклад в сокращение выбросов углекислого газа, эти источники характеризуются высокой нестабильностью выработки. Данный факт требует внедрения новых подходов к балансировке энергопотоков и адаптации сетей к переменной генерации.

В последние десятилетия развитие технологий возобновляемой энергетики становится одной из приоритетных задач мировой энергетической политики, что вызвано как необходимостью минимизации воздействия на окружающую среду, так и обеспечением долгосрочной энергетической безопасности. В контексте глобальных климатических изменений, сопровождающихся ростом углекислого газа в атмосфере. В этой связи солнечная энергетика выделяется своей универсальностью и возможностью интеграции в различные климатические условия, что делает её привлекательной для широкого спектра регионов средней полосы страны. «Данный вид энергетики основывается на преобразовании электромагнитного солнечного излучения в электрическую или тепловую энергию» [1].

Средняя полоса России представляет собой территорию с умеренным климатом, характеризующимся чередованием сезонов, значительной облачностью и сравнительно низким уровнем солнечной радиации в зимний период. Однако, несмотря на очевидные ограничения, обусловленные климатическими особенностями, интерес к внедрению солнечных электростанций (СЭС) в данном регионе продолжает расти, чему способствуют как технологические достижения в области повышения эффективности солнечных панелей, так и усилия государства, направленные на развитие энергетики на основе ВИЭ. «Нынешние разработки и инновации поднимают конкурентоспособность альтернативной энергетики» [2].

Солнечные электростанции (СЭС), являясь ключевым элементом развития возобновляемой энергетики, подразделяются на несколько типов в зависимости от применяемых технологий преобразования солнечной энергии в электрическую, конструкции систем и их функциональных характеристик. Разнообразие подходов в проектировании и эксплуатации обусловлено необходимостью адаптации к разным климатическим, географическим и экономическим условиям, что делает изучение их особенностей важной частью оценки их эффективности.

Наиболее распространённым типом СЭС являются фотоэлектрические станции, работающие на основе преобразования солнечного света в электричество с использованием полупроводниковых солнечных панелей. Эти панели могут быть выполнены из различных материалов, таких как монокристаллический кремний, поликристаллический кремний и тонкоплёночные материалы, каждый из которых обладает своими достоинствами и ограничениями [3].

На рисунке 1 представлены солнечные электростанции на фотоэлектрических элементах.



Рисунок 1 – Солнечная электростанция на фотоэлектрических элементах

Монокристаллические панели, отличающиеся высоким коэффициентом преобразования энергии и долговечностью, наиболее эффективны в условиях прямой солнечной радиации, что делает их предпочтительными для областей с высоким количеством солнечных дней. Поликристаллические панели, в свою очередь, менее дорогие в производстве, но характеризуются несколько меньшей производительностью. Тонкопленочные панели, благодаря своей гибкости и способности работать при слабом освещении, находят применение в регионах с переменной облачностью, однако они уступают другим видам по долговечности [4].

Солнечно-термальные электростанции преобразуют энергию солнечного излучения в тепло, которое затем используется для выработки электроэнергии с помощью паротурбинных установок. Основным компонентом таких систем являются зеркальные концентраторы, фокусирующие солнечный свет на приёмнике. Существуют различные схемы СТЭС, включая параболические зеркала, гелиостатные поля с центральной башней и линейные концентраторы. Главным преимуществом СТЭС является возможность хранения тепловой энергии, что позволяет обеспечивать электроэнергию в часы, когда солнечная радиация недоступна. Однако их использование ограничено в регионах с низким уровнем солнечной инсоляции, так как для эффективной работы необходимы большие площади и стабильное освещение.

Гибридные системы объединяют технологии фотоэлектрических и термальных электростанций, позволяя максимизировать использование доступной солнечной энергии. Такие станции, как правило, включают аккумуляторные системы, способствующие сглаживанию пиковых нагрузок, что особенно актуально в условиях регионов с переменчивыми погодными условиями, таких как средняя полоса России [5].

Инновационным решением, получившим развитие в последние годы, стали плавающие СЭС, размещаемые на поверхности водоёмов. Такие системы обес-

печивают экономию земельных ресурсов, а также обладают повышенной эффективностью благодаря эффекту охлаждения панелей водой, что снижает тепловые потери. Пример представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Плавающая солнечная электростанция

Каждый из указанных типов СЭС обладает своими специфическими преимуществами и недостатками, которые необходимо учитывать при проектировании станций в конкретных географических условиях в центральной полосе Российской Федерации. Комбинируя различные технологии и подходы, разработчики стремятся повысить рентабельность солнечных станций, адаптируя их к условиям местности и требованиям потребителей.

Список литературы

1. Чернышев, А. С. Обзор возобновляемых источников энергии / А. С. Чернышев, С. Е. Мордвинов // Юность и знания - гарантия успеха -2019 : сборник научных трудов 6-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 18-19 сентября 2019 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 146-149. – EDN KGGIZH.
2. Чернышев, А. С. Перспективы развития альтернативной энергетики / А. С. Чернышев, С. Е. Мордвинов // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : сборник научных статей 2-й Всероссийской научной конференции, Курск, 17-18 октября 2019 года / Юго-Западный государственный университет; Московский политехнический университет; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 212-216. – EDN IWNKFX.
3. Левренец, П. Д. Солнечные батареи, их применение и прогнозы на ближайшее будущее / П. Д. Левренец // Интернаука. – 2021. – № 21-2(197). – С. 80-82.
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс] URL.: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-peregrev-a-solnechnyhpanely-sposob-resheniya-problemy-putyom-elektronnoy-tonirovki/viewer>
5. Козырев П. А., Волков М. Г., Антонов М. С., Ирмашев Р. Е., Максимов Е. А. Оценка эффективности применения солнечной электростанции в качестве источника электроснабжения в различных условиях // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2022. Вып. 6 (140), С. 183-195. <http://doi.10.17122/ntj-oil-2022-6-183-195>.

УДК 004.89 +004.56

ТИМОШЕНКО ДАНИИЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ, магистрант
ЗОЛУТУХИНА ОЛЬГА ОЛЕГОВНА, магистрант
МИТРОФАНОВ АЛЕКСЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, преподаватель кафедры
информационной безопасности
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
e-mail: timoschenko.daniil@mail.ru

ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ОТ КИБЕРУГРОЗ

В статье рассматриваются актуальные киберугрозы, потенциальной целью которых могут быть объекты электроэнергетики, и стратегии защиты, позволяющие минимизировать риск подобных атак. Акцентируется внимание на важности комплексного подхода, включающего оценку уязвимостей систем критической инфраструктуры и внедрение многоуровневой защиты.

Ключевые слова: безопасность, электроэнергетика, угрозы безопасности, кибератака, информационная безопасность.

В современном мире энергетический сектор становится все более зависимым от цифровых технологий, что, в свою очередь, открывает новые горизонты для повышения эффективности, управления и мониторинга [1]. Однако с этой зависимостью возникает и серьезная угроза — кибератаки. Атаки на объекты электроэнергетики могут привести не только к экономическим потерям, но и к серьезным последствиям для безопасности общества в целом [2].

Кибератаки на критическую инфраструктуру, такие как электростанции и распределительные сети, становятся все более сложными и целенаправленными. При этом, ущерб от таких атак может выходить за рамки финансовых затрат, затрагивая жизненно важные услуги и приводя к перебоям в электроэнергетическом обеспечении [3].

С развитием цифровых технологий и интеграцией Интернета вещей (IoT) в управление энергетическими системами растет и количество киберугроз. Киберпреступники используют уязвимости в системах управления с целью получения несанкционированного доступа, нарушения работы операционных процессов или совершения саботажа. Все информационные системы энергетических компаний направлены на обеспечение основной задачи – бесперебойной генерации и своевременной доставки электроэнергии потребителям. Поэтому главная задача информационной безопасности в области электроэнергетики – это обеспечение в первую очередь доступности информации. Вопросы целостности и конфиденциальности вторичны, ничто не должно воспрепятствовать технологическому процессу [4].

Существует множество методов кибератак, направленных на нарушение работы энергетической инфраструктуры (рисунок 1) [5]:

1. Фишинг: атаки, в которых злоумышленники пытаются обманом заставить сотрудников энергетических компаний раскрыть конфиденциальную информацию, такую как пароли или коды доступа к системам управления.

2. Атаки с использованием вредоносного ПО: вредоносные программы могут проникнуть в системы управления энергосетями, что позволит злоумышленникам получить контроль над оборудованием, вывести его из строя или повлиять на работу сети.

3. DDoS-атаки: направлены на перегрузку серверов и систем управления энергетическими объектами, что может привести к их отказу или временной недоступности.

4. Атаки на системы SCADA: SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) — это системы, работа которых направлена на управление сложными технологическими процессами в энергетике, включая генерацию и распределение электричества. Атаки на SCADA могут вызвать серьезные нарушения в работе энергосистем.



Рисунок 1 –Виды кибератак

По данным исследования Kaspersky ICS CERT [6], во второй половине 2021 года удалось предотвратить почти треть (32,4%) кибератак, направленных на автоматизированные системы управления (АСУ) в энергетической отрасли по всему миру.

Одной из самых резонирующих кибератак в энергетической сфере в прошлом году стал взлом сайта Белорусской атомной электростанции. Хакерам удалось опубликовать фейковое сообщение, якобы от имени сотрудников атомной электростанции. Используемая технология позволила злоумышленникам получить полный контроль над содержимым сайта, включая возможность редактирования информации или полного удаления данных. Спустя месяц в США произошло нападение на крупнейшего оператора трубопроводов Colonial Pipeline, в результате чего работа системы была приостановлена на несколько дней. Это привело к увеличению цен на бензин и временному дефициту топлива на всем Юго-Востоке страны.

Одной из самых значительных кибератак на объекты энергетики считается инцидент в Венесуэле, произошедший в 2019 году. Власти страны сообщили, что хакеры атаковали автоматизированную систему контроля крупнейшей гид-

роэлектростанции "Эль-Гури". В результате этого правительство Венесуэлы приняло решение временно приостановить работу станции, что вызвало массовые отключения электричества по всей стране. В течение почти суток без света оставались 21 из 23 штатов, в том числе важные социальные объекты, такие как школы и больницы.

Несмотря на то, что энергетический сектор является критически важной отраслью для любой страны и его безопасности уделяется должное внимание, он остается одним из самых уязвимых секторов для кибератак. Это связано с тем, что энергетическая отрасль довольно медленно обновляет инфраструктуру и программное обеспечение, что создает потенциальные уязвимости. Устаревшее ПО — это идеальная мишень для DDoS-атак и эксплойтов (последовательность команд, использующих различные уязвимости в ПО для проведения атак) [7].

Оценка уязвимостей систем информационной безопасности в электроэнергетике является ключевым элементом в обеспечении защиты критической инфраструктуры.

Вот несколько распространенных методов, используемых для этой цели:

1) Аудит безопасности. Проводится с целью анализа существующих систем на соответствие стандартам безопасности и включает в себя проверку конфигураций, политик доступа и процессов.

2) Пенетрационное тестирование. В процессе тестов имитируются атаки хакеров на систему для выявления слабых мест, что позволяет оценить, насколько защищены системы от реальных угроз.

3) Анализ уязвимостей. При анализе используются автоматизированные инструменты для сканирования систем на наличие известных уязвимостей. Результаты анализа позволяют определить приоритетные зоны для усовершенствования систем безопасности.

4) Оценка рисков. Включает в себя идентификацию активов, определение потенциальных угроз и уязвимостей, а также оценку потенциального воздействия и вероятности возникновения угроз.

5) Сценарное планирование. Разработка сценариев атак на основе анализа вероятных угроз позволяет оценить способность систем реагировать на разные типы кибератак.

6) Мониторинг и анализ событий безопасности. Систематический мониторинг систем и анализ логов позволяет выявить подозрительные действия и потенциальные атаки заблаговременно.

Эти методы используются в комплексе для формирования управляемой и адаптивной стратегии по обеспечению безопасности объектов электроэнергетики. Своевременная оценка уязвимостей позволяет минимизировать риски и повысить уровень защиты критической инфраструктуры.

Стратегия защиты подразумевает под собой многоуровневую защиту, которая является одним из наиболее эффективных подходов к обеспечению информационной безопасности в электроэнергетике. Она предполагает использование нескольких тематических уровней безопасности, что значительно увеличивает

шансы на предотвращение кибератак. Ниже представлены ключевые элементы многоуровневой защиты:

1) Физическая безопасность. Защита объектов и инфраструктуры от физических угроз включает в себя системы контроля доступа, видеонаблюдения и охраны, а также защиту серверных помещений.

2) Сеть и инфраструктура. Разделение сетей на зоны (например, с использованием концепции "нулевого доверия"), например, осуществление управления и доступа к SCADA-системам (системы управления и сбора данных) отдельно от корпоративной сети.

3) Контроль доступа. Включает в себя внедрение строгих политик доступа, в том числе многофакторной аутентификации, с целью предотвращения несанкционированного доступа к системам.

4) Шифрование данных. Шифрование данных на уровне сети и на устройствах хранения информации позволяет защитить конфиденциальные данные даже в случае их перехвата.

5) Регулярные обновления и патчи. Обеспечение регулярного обновления программного обеспечения и систем безопасности для закрытия известных уязвимостей и улучшения защиты.

6) Обучение и повышение осведомленности. Регулярные тренинги для сотрудников по вопросам кибербезопасности позволяют минимизировать человеческий фактор, что также важно для безопасности систем.

7) План реагирования на инциденты. Наличие заранее подготовленного плана действий в случае кибератаки, включая сценарии восстановления после инцидентов, позволяет минимизировать ущерб в случае возникновения атаки.

8) Аудиты и тестирование. Периодические проверки и симуляции атак (пенетрационное тестирование) позволяют выявлять слабые места в системе безопасности и внести необходимые изменения в политику безопасности.

Таким образом, многоуровневая защита заключается в создании комплексной системы мер, позволяющих эффективно противостоять кибератакам, минимизируя влияние возможных инцидентов на функционирование электроэнергетики и обеспечивая надежность и безопасность критической инфраструктуры [8].

Отдельно стоит сказать о применении моделей и алгоритмов на базе искусственного интеллекта (ИИ), который имеет огромный потенциал в области анализа и управления киберугрозами [9], особенно в таком критически важном секторе, как электроэнергетика. Ниже представлены несколько методов интеграции ИИ, направленных на повышение уровня безопасности:

1) Автоматизированный анализ данных. ИИ позволяет обрабатывать большие объемы данных из сетей и систем энергоснабжения, выявляя аномалии и потенциальные угрозы в режиме реального времени.

2) Прогнозирование атак. Системы машинного обучения могут анализировать исторические данные о кибератаках и вырабатывать модели, предсказывающие вероятные инциденты, что позволяет заранее принять необходимые меры.

3) Улучшенное обнаружение вторжений. ИИ позволяет модифицировать системы IDS/IPS, используя алгоритмы, которые адаптируются к новым угрозам и повышают эффективность обнаружения атак.

4) Реагирование на инциденты в реальном времени. В контексте данного вопроса ИИ позволяет автоматизировать некоторые процессы реагирования на инциденты, что снижает время реагирования и минимизирует ущерб от атак.

5) Обучение на основе сценариев. ИИ также позволяет использовать сценарный анализ для моделирования различных атак, что способствует подготовке персонала и улучшению плана реагирования на инциденты.

В последнее время блокчейн становится все более популярным решением для повышения уровня информационной безопасности в электроэнергетике благодаря своей децентрализованной природе и непрерывной проверке данных [10]. Рассмотрим несколько ключевых аспектов, в которых технологии блокчейна могут сыграть важную роль:

1) В области безопасности данных блокчейн обеспечивает неизменяемость данных, что делает невозможным их подделку или изменение. Это особенно важно для мониторинга и учета энергоресурсов.

2) В контексте управления доступом децентрализованные системы на основе блокчейна могут осуществлять контроль доступа к энергетическим системам, гарантируя, что только авторизованные пользователи могут взаимодействовать с ними.

3) Использование блокчейна позволяет отслеживать каждую операцию или транзакцию, что увеличивает прозрачность процессов в сфере энергетики и снижает возможность мошенничества.

4) Использование механизмов блокчейн позволяет повысить устойчивость к кибератакам за счет своей распределенной архитектуры, так как блокчейн менее подвержен централизованным атакам и способен обеспечить устойчивость систем к различным киберугрозам.

5) Автоматизированный аудит данных с использованием технологии блокчейн также позволяет снизить затраты на независимые проверки и обеспечить надежные записи для анализа соответствия и безопасности.

В условиях непрерывного роста киберугроз информационная безопасность в области электроэнергетики становится решающим фактором для обеспечения надежного функционирования критической инфраструктуры. Эффективные стратегии защиты включают многоуровневый подход, который сочетает физические, сетевые и организационные меры безопасности. Регулярная оценка уязвимостей систем и использование современных технологий, таких как ИИ и блокчейн, помогут значительно повысить уровень защиты от кибератак. Комбинирование ИИ и механизмов блокчейн создает мощный инструмент для повышения безопасности и устойчивости объектов электроэнергетики, позволяя эффективно реагировать на киберугрозы и снижать риски.

Интеграция ИИ позволяет автоматизировать анализ угроз и обеспечить раннее обнаружение инцидентов, в то время как блокчейн создает надежную защиту данных и прозрачность процессов. Обучение персонала и внедрение четких

протоколов реагирования на инциденты также являются важными компонентами общего подхода к безопасности.

Только объединяя усилия и применяя передовые решения, можно создать устойчивую и безопасную энергетическую среду, способную эффективно реагировать на современные вызовы. Это не только позволит защитить инфраструктуру, но и обеспечит уверенность общества в стабильности и надежности энергоснабжения в будущем.

Список литературы

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612709 Российская Федерация. Приложение для создания программ комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры : № 2024611058 : заявл. 24.01.2024 : опубл. 05.02.2024 / А. В. Киселев, Д. А. Ермаков, Е. А. Кулешова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет".

2. Шмунко, М. С. Обеспечение защиты информации на объектах критической информационной инфраструктуры (КИИ) / М. С. Шмунко, В. В. Чуйкова // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 156-159.

3. Романов, Г. А. Использование нейронных сетей для обнаружения и локализации кибератак в «умных» сетях электроснабжения / Г. А. Романов, Е. А. Кулешова, В. П. Добрица // Современные информационные технологии и информационная безопасность : сборник научных статей 3-й Всероссийской научно-технической конференции, Курск, 02 февраля 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 126-129.

4. Информационная безопасность в электроэнергетике. Отраслевые нюансы // «Connect! Мир связи» URL: https://www.so-ups.ru/fileadmin/news_import/Connect_3_12_ib_energy.PDF (дата обращения: 18.10.2024г.).

5. Кибербезопасность в электроэнергетике // Метэнерго URL: <https://metenergo.com/news/kiberbezopasnost-v-elektroenergetike/> (дата обращения: 18.10.2024г.).

6. Kaspersky ICS CERT // Kaspersky URL: <https://ics-cert.kaspersky.ru/> (дата обращения: 18.10.2024г.).

7. Сектор энергетики стал одной из основных мишеней кибератак. // Российская газета URL: <https://rg.ru/2022/05/17/sector-energetiki-stal-odnoj-iz-osnovnyh-mishenej-kiberatak.html> (дата обращения: 18.10.2024г.).

8. Алексеев А.П. Многоуровневая защита информации / Алексеев А.П. – Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. – 128 с.

9. Реализация системы обнаружения вторжений с использованием нейронной сети / Е. А. Кулешова, А. Л. Марухленко, М. О. Таныгин [и др.] // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2023. – № 3(63). – С. 54-63. – DOI 10.54398/20741707_2023_3_54.

10. Повышение скорости обнаружения ошибок при формировании цепочек блоков данных на основе анализа числа совпадений хешей / М. О. Таныгин, Е. А. Кулешова, А. В. Митрофанов, Е. Ю. Гладилина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2022. – № 1(57). – С. 85-93.

ТИТОВ АНТОН АНДРЕЕВИЧ, студент

Научный руководитель –

АГАРКОВ НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ, д.м.н., профессор

Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
anton-titov-2001@mail.ru

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА РАБОТНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Сведения, касающиеся гигиенической оценки условий труда работающих на предприятиях теплоэнергетики, в доступной отечественной и зарубежной литературе крайне ограничены. Выполнена гигиеническая оценка условий труда работников основных профессий предприятий теплоэнергетики. Проведён анализ профессиональной и общей заболеваемости, выполнена оценка профессиональных рисков. Установлено, что среди работников теплоэнергетики наибольший удельный вес занимают болезни костно-мышечной системы, глаза и его придаточного аппарата, органов пищеварения, эндокринной системы, системы кровообращения и органов дыхания. Расчёты относительного риска свидетельствуют о практически полной производственной обусловленности нарушений здоровья со стороны костно-мышечной, нервной и эндокринной систем у данной категории работников. Профилактика заболеваемости должна предусматривать в том числе оценку профессиональных рисков с созданием и внедрением системы мониторинга за динамикой условий труда и состояния здоровья работников.

Ключевые слова: теплоэнергетика; условия труда; профессиональный риск; заболеваемость.

В отечественной и зарубежной литературе сведения о гигиенической оценке условий труда лиц, работающих на тепловых электростанциях, крайне ограничены. При выполнении профессиональных обязанностей работники подвергаются воздействию повышенных уровней общей вибрации и шума, высоких концентраций вредных химических веществ, неблагоприятных микроклиматических условий [1, 2].

Длительное и интенсивное воздействие неблагоприятных факторов производственной среды приводит к развитию не только профессиональной, но и существенно способствует росту общесоматической патологии. Исследования заболеваемости с временной утратой трудоспособности на предприятиях теплоэнергетики показали, что ее уровень оценивается как высокий [3]. Распространёнными заболеваниями у работников теплоэнергетики являются болезни органов дыхания, опорно-двигательного аппарата, органов пищеварения, нервной системы, кожи и подкожной клетчатки, а также бытовой травматизм [3]. Следует отметить, что в последние годы проведена большая работа по охране и оздоровлению условий труда, что позволило снизить уровни неблагоприятных факторов производственной среды [4]. Однако проблемы укрепления здоровья работающего населения, оценки и прогнозирования профессиональных рисков для здоровья, совершенствования мер профилактики неблагоприятного воздействия факторов производственной среды, учета и регистрации профессиональных заболеваний по-прежнему остаются актуальными в медицине труда [4].

Цель исследования – провести оценку профессионального риска здоровью работников основных профессий на предприятиях теплоэнергетики.

Анализ профессиональной заболеваемости и её структуры проведён на основании карт учёта профессионального заболевания в Курской области. Анализ состояния здоровья выполнен по результатам периодических медицинских осмотров работников предприятий теплоэнергетики Курской области ($n=52$, средний возраст $40,8 \pm 1,7$ лет, средний стаж $12,5 \pm 1,3$ лет). Выполнены расчёты относительного риска, показывающего силу причинной связи между воздействием производственного фактора и заболеванием, и этиологической доли вклада вредных факторов производственной среды в развитие патологии.

Среди профессиональных заболеваний в сфере теплоэнергетики ведущее место занимают заболевания, связанные с воздействием шума, - болезни органов слуха, представленные сенсоневральной тугоухостью профессионального генеза. О неблагоприятном влиянии вредных условий труда свидетельствует и распространённость хронических общих заболеваний. Так, по данным периодических медицинских осмотров, у машинистов энергоблоков, слесарей по ремонту и обслуживанию оборудования, электромонтёров по ремонту электрооборудования наблюдается значительная распространённость заболеваний опорно-двигательного аппарата (53,5 случая на 100 работающих). В 38,6 случаях на 100 работающих выявлены заболевания глаз, в 27,8 случаях – заболевания органов пищеварения (гастрит, язвенная болезнь), в 37,5 случаях – заболевания эндокринной системы, представленные ожирением, сахарным диабетом и увеличением щитовидной железы. Кроме того, у работников теплоэнергетики Курской области регистрируются болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания в 19,5 и 19,3 случаях на 100 работающих, психические расстройства – 18,0 случаев на 100 работающих.

Расчёты относительного риска позволяют говорить о практически полной производственной обусловленности нарушений здоровья у работающих в условиях шума на предприятиях теплоэнергетики по отдельным классам заболеваний. Наибольшая степень обусловленности заболеваний установлена для болезней костно-мышечной системы ($RR = 5,28$), эндокринной системы ($RR = 18,85$), психических расстройств и расстройств поведения ($RR = 9,06$).

На основании результатов периодических медицинских осмотров установлено, что среди работников основных профессий теплоэнергетики наибольший удельный вес занимают болезни опорно-двигательного аппарата, глаз, органов пищеварения, эндокринной системы, системы кровообращения и органов дыхания. В то же время расчёты относительного риска свидетельствуют о том, что заболевания опорно-двигательного аппарата, нервной и эндокринной систем у данной категории работников практически полностью обусловлены производством. Профилактика заболеваемости должна предусматривать в том числе оценку профессиональных рисков с созданием и внедрением системы мониторинга за динамикой условий труда и состояния здоровья работников.

Список литературы

1. Kumar A., Shrivastava S.M., Jain N.K., Patel P. Identification of occupational diseases, health risk, hazard and injuries among the workers engaged in Thermal Power Plant. International Journal of Research in Engineering and Technology. 2015;4(1):149-156.

2. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Многомерная группировка условий труда работников теплоэнергетики. Успехи современного естествознания. 2015;1:17-20.

3. Кислицына В.В. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности работников промышленного предприятия. Альманах современной науки и образования. 2013; 78(11):80-82.

4. Захаренков В.В., Кислицына В.В. Оценка риска нарушения здоровья работников угольной теплоэлектростанции от воздействия производственных факторов. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014;1:168-170.

ТРУСЕВИЧ АЛЁНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
Научный руководитель –
РОДИОНОВА СОФЬЯ НИКОЛАЕВНА, к.т.н., доцент
Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия
alyona.04@list.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ОПЕРАТОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Современные подходы к анализу биологических данных и мониторингу здоровья работников энергетики активно развиваются благодаря применению машинного обучения. В данной статье рассмотрены возможности использования машинного обучения для анализа филогенетических данных, включая автоматизацию построения филогенетических деревьев, оценку эволюционных моделей и обнаружение новых видов. Особое внимание уделено применению данных технологий в энергетической отрасли для оценки состояния здоровья работников. Описаны методы прогнозирования профессиональных заболеваний, мониторинга воздействия производственных факторов и оптимизации условий труда на основе алгоритмов машинного обучения. Подчеркивается значимость междисциплинарного подхода для повышения эффективности медицинского мониторинга и профилактики профессиональных рисков.

Ключевые слова: филогенетика, энергетика, машинное обучение, филогенетическое дерево, эволюционные модели, инновационные технологии, энергетические процессы.

Введение. Филогенетика изучает эволюционные связи между видами или генами [3]. Основной единицей исследования в этой области является филогенетическое дерево, которое представляет собой диаграмму, отображающую предполагаемое родство между различными биологическими видами на основе их генетических данных. Такие деревья строятся с использованием различной информации, включая последовательности ДНК, РНК или белков [4]. Современ-

ные методы анализа позволяют значительно расширить понимание эволюционных процессов, включая обнаружение новых видов и оценку степени их родства.

Медицинская кибернетика является междисциплинарной областью, объединяющей биологические науки, информатику, и инженерные методы для анализа и управления сложными биологическими системами. Эта область играет ключевую роль в обработке больших объемов биологических данных, особенно в контексте геномных исследований, и позволяет автоматизировать и оптимизировать процессы диагностики, лечения и профилактики заболеваний [5]. Важное значение медицинская кибернетика приобретает в сфере оценки состояния здоровья работников энергетической отрасли, поскольку работа в сложных и неблагоприятных условиях требует инновационных подходов к мониторингу здоровья.

Машинное обучение (ML) стало важным инструментом для анализа биологических данных благодаря своей способности обнаруживать скрытые закономерности в больших и сложных наборах данных [6]. В контексте филогенетики, ML помогает автоматизировать построение филогенетических деревьев, улучшать точность оценки филогенетических моделей, а также открывать новые виды на основе генетических данных.

Машинное обучение для оценки здоровья работников энергетической отрасли. Машинное обучение подразделяется на несколько основных типов: супервизорные методы (с учителем), нейросупервизорные методы (без учителя) и усиленное обучение [1].

Супервизорные методы обучаются на размеченных данных, где каждому входу соответствует известный выход. В контексте филогенетики такие методы могут использоваться для классификации генетических последовательностей и предсказания эволюционных связей [7].

Нейросупервизорные методы работают с неразмеченными данными и используются для поиска скрытых структур в данных. Эти методы применяются для кластеризации генетических данных и выявления новых биологических видов [1].

Усиленное обучение основывается на обучении через взаимодействие с окружающей средой, где алгоритм получает вознаграждение или наказание за свои действия. В филогенетике это может быть применимо для оптимизации процессов построения и оценки филогенетических деревьев.

Машинное обучение позволяет решать множество задач в филогении, таких как:

1. Построение деревьев

С использованием ML можно автоматизировать процесс построения филогенетических деревьев, что существенно ускоряет исследовательскую работу и позволяет анализировать большие объемы данных. Примером может служить использование методов глубокого обучения для предсказания эволюционных связей между видами на основе геномных данных [8].

2. Оценка филогенетических моделей

ML используется для оценки точности различных филогенетических моделей, что позволяет выбирать наиболее подходящие модели для конкретных данных и задач [9].

3. Обнаружение новых видов

Нейросупервизорные методы могут быть использованы для обнаружения ранее неизвестных видов на основе анализа генетических последовательностей. Это особенно актуально в контексте изучения микробиомов и палеогеномики [9].

Примеры успешного применения.

- мониторинг здоровья работников: алгоритмы ML применяются для анализа медицинских показателей работников энергетики, что помогает выявлять профессиональные риски, связанные с воздействием высоких температур, радиации и вибраций [2].

- предсказание профессиональных заболеваний: модели глубокого обучения позволяют прогнозировать развитие хронических заболеваний, таких как гипертония и заболевания опорно-двигательной системы, на основе медицинских данных [8].

- оптимизация условий труда: использование ML для анализа данных о производственной среде помогает разрабатывать персонализированные рекомендации по снижению нагрузки на организм работников [9].

Заключение. Машинное обучение становится все более важным инструментом в анализе филогенетических данных и оценке состояния здоровья работников энергетической отрасли открывает новые возможности для улучшения качества медицинского мониторинга и профилактики профессиональных рисков. Оно позволяет решать задачи, которые раньше требовали значительных временных и вычислительных ресурсов, открывает новые перспективы в исследовании эволюционных процессов и имеет множество успешных применений в различных областях биологии, медицины и экологии.

Список литературы

1. Machine Learning in Virology: A Review // *Frontiers in Microbiology*. — 2020.
2. Ancient DNA and Machine Learning: A New Era in Paleogenomics // *Evolutionary Biology*. — 2019.
3. Personalized Medicine and Machine Learning: Current Status and Future Directions // *Journal of Personalized Medicine*. — 2022.
4. Филогенетика — URL <https://ru.wikipedia.org/>
5. Специальности — URL <https://ee.swsu.ru/>
6. What is Machine Learning? — URL <https://www.oracle.com/cis/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/> (дата обращения: 23.10.2024).
7. Aspiring ML Engineer: 8 Tips You Need to Know — URL <https://www.ultralytics.com/ru/blog/aspiring-ml-engineer-8-tips-you-need-to-know> (дата обращения: 23.10.2024).
8. Руководство к использованию деревьев решений в машинном обучении — URL <https://medium.com/nuances-of-programming/>
9. Кириллов А. А. Филогенетические модели и машинное обучение — URL http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/R/Blog/22_Phylogen.pdf (дата обращения: 23.10.2024).
10. Evolutionary Biology and Genomics — URL <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10926240/> (дата обращения: 23.10.2024).

УДК 621.31 (043)

УСМАНОВА РЕГИНА РАВИЛЕВНА, д.т.н., профессор

МАРТЫНОВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Академия гражданской защиты МЧС России имени

г. Химки, Московская область, Россия

regina_ugatu@inbox.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУППЫ СПРИНКЛЕРНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ

В статье рассмотрен вопрос оптимизации энергетических характеристик спринклерных оросителей за счет распределения размеров образующихся капель, что является одним из компонентов определения эффективности тушения спринклерными форсунками. Было установлено, что основными гидродинамическими характеристиками двухфазного течения, влияющими на эффективность пожаротушения, являются: дисперсность капель, равномерность орошения, средняя интенсивность и фактическая площадь орошения. Исследования показали, что системы водяного тумана с более мелкими каплями более эффективны при тушении пожаров благодаря скрытому охлаждению, объемному перемещению и разбавлению кислорода за счет испарения.

Ключевые слова: водяное пожаротушение, диаметр капли, факел распыла, гидравлические системы, установка спринклерного пожаротушения, спринклерный ороситель

1. Введение

Спринклерные оросители становятся все более популярными в качестве устройств водяного пожаротушения в зданиях, повышая безопасность людей во время эвакуации [1]. Спринклерные оросители могут применяться в водяных и водовоздушных спринклерных системах, а также в дренчерных системах. Оросители этих типов предназначены для открытой установки под потолком (оросители общего назначения), а также для углубленной установки в случае использования фасонного цоколя (кроме универсальных оросителей, их установка в фасонный цоколь не рекомендуется). Измерение распределения размеров образующихся капель является одним из компонентов определения эффективности тушения спринклерными форсунками. Возникают вопросы относительно того, являются ли они такими же эффективными, как обычные оросители или водяные завесы. Оросители современных установок пожаротушения тонкораспыленной водой имеют принципиально общую конструкцию. Принцип действия таких оросителей состоит в следующем. При возникновении пожара и вызванного им повышения температуры до установленного критического значения (эта критическая температура может изменяться в достаточно широком диапазоне) происходит закипание жидкости в колбе и ее разрушение. Это приводит к вытеснению клапана под давлением воды из штуцера и движению воды через фильтр и втулку. В результате формируется струя, которая, попадая на

рабочую поверхность винта, разбивается на множество капель, образующих двухфазное турбулентное течение в форме так называемого «факела». Мелкие капли воды и являются огнетушащим веществом в рассматриваемых установках [4].

2. Экспериментальные исследования

Основными гидродинамическими характеристиками двухфазного течения, влияющими на эффективность пожаротушения, являются: дисперсность капель, равномерность орошения, средняя интенсивность и фактическая площадь орошения. Для их экспериментального определения в ходе проведенных в работе серийных испытаний были использованы методики и методы из ГОСТ Р 51043-2002 и НПБ 87-2001, применяемые для проверки этих технических параметров у оросителей автоматических установок водяного и пенного пожаротушения. На рисунке 1 представлен внешний вид лабораторной установки.



Рисунок 1. Установка спринклерного пожаротушения

Спринклерная установка пожаротушения состоит из источника водоснабжения, основного водопитателя с фильтром, опущенным в источник, и соединенного с магистральным трубопроводом, системы подпитки, установленной параллельно линии основного водопитателя и включающей в себя трубопровод подпитки вспомогательного водопитателя и вспомогательный (автоматический) водопитатель. Магистральный трубопровод соединен с сетью распределительных трубопроводов, в которых смонтированы спринклерные головки через каждые 20 см.

В ходе эксперимента применялись средства измерений и оборудование, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Средства измерений и оборудование для обеспечения экспериментальных исследований

Наименование	Диапазон измерений	Цена деления	Класс точности средний (по ГОСТ 24104)
Весы (электронные) для статического взвешивания типа ВЛК-500	(0–50) кг	–	3
Секундомер СОПтр 2а 3 000	(0–30) мпс	0,2 сек	3
Термометр лабораторный по ГОСТ 28198	(–30 ÷ +70) °С	1°С	2
Манометр МПТИ-УЗ	(0–0,25) МПа	0,005 МПа	0,4

3. Оптимизация энергетических характеристик

В данном экспериментальном исследовании параметры микроструктуры струи соответствуют параметрам, создаваемым водораспылительной насадкой вихревого типа, в частности эквивалентны средние объемные диаметры капель D_v . На основе D_v также была предпринята попытка сравнить новую форсунку с другими существующими форсунками и разбрызгивателями водяного тумана, ранее изученными группой исследователей [2,3,5]. Для каждой системы были выбраны три насадки, генерирующие разные капли, для изучения их эффективности тушения пожара. Для системы водяного тумана были исследованы форсунки, генерирующие капли размером 100, 150 и 200 мкм. Протестированные спринклеры давали капли размером 1000, 1750 и 2000 мкм. Для каждого случая проводился комплексный анализ температуры, скорости, уровня относительной влажности и уровня концентрации кислорода. Было обнаружено, что в установках с туманом основными механизмами тушения являются скрытое охлаждение, объемное вытеснение и разбавление кислорода и топлива за счет испарения, чего легче достичь с помощью капель меньшего размера. Что касается капель, генерируемых спринклерами, то наиболее важную роль в тушении пожара играет непосредственный отвод тепла из зоны пламени, тогда как эффект испарения вносит незначительный вклад в общее тушение пожара. Сравнивая капли трех разных размеров, было установлено, что капля размером 100 мкм является наиболее эффективным размером, сокращая время подавления на 4,5% по сравнению с размером капли 300 мкм, тогда как капля размером 200 мкм сокращает время подавления только на 11,5%. Согласно исследованию, разница между выбранным размером капель в системе водяного тумана незначительна, поэтому необходимость получения очень маленьких капель может не потребоваться. С другой стороны, в спринклерных системах размер капли воды оказывает большое влияние на ее огнетушащую способность, и по этой причине важно использовать оптимизированный спринклер для улучшения общей производительности системы.

Необходимо было решить **следующие задачи**: для спринклера подобрать оптимальные соотношения давления, диаметра выходного отверстия и диаметра рабочей поверхности, определить наибольшую площадь, которая может быть защищена разрабатываемой моделью оросителя. Для решения этих задач было изготовлен вариант спринклера, который содержит корпус, дефлектор, запорный элемент, перекрывающий выходное отверстие корпуса, и термочувствительный элемент. Между запорным элементом и дефлектором заключено

упорное средство в виде стеклянной трубки. При возникновении пожара и повышении температуры окружающей среды выше допустимой, термочувствительный элемент разрушается в месте фиксации изогнутого конца пружины в канавке термочувствительного элемента. Спринклер, представленный на рисунке 2, имеет простую конструкцию и отвечает всем требованиям, предъявляемым к противопожарной технике, предназначенной для автоматического включения установок пожаротушения.

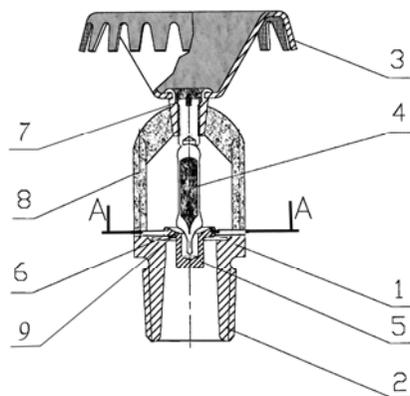


Рисунок 2. Ороситель спринклерный

Предлагаемая конструкция отличается от известных иным выполнением элементов, фиксирующих и обеспечивающих напряженное состояние термоколбы, необходимое для герметичности выходного отверстия спринклерного оросителя, что позволяет говорить о соответствии критерию «новизна».

Список литературы

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. - М., 2009. - 103 с.
2. Фёдоров А. В., Фомин В. И., Смирнов В. И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. I. Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов: учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. - 245 с.
3. Бабуров В. П., Бабуринов В. В., Фомин В. И., Смирнов В. И. Производственная и пожарная автоматика. Ч. II. Автоматические установки пожаротушения: учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. - 298 с.
4. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа. Рекомендации. - М.: ВНИИПО МЧС России, 2004. - 64 с.
5. Копылов С. Н., Здор В. Л., Порошин А. А. Системный подход к проектированию средств пожарной сигнализации // - 2013. - Т. 31. - С. 123-133.

УДК 621.31 (043)

УСМАНОВА РЕГИНА РАВИЛЕВНА, д.т.н., профессор
МАРТЫНОВ ДМИТРИЙ ЮРЬЕВИЧ, к.т.н., доцент

Академия гражданской защиты МЧС России имени
г. Химки, Московская область, Россия
regina_ugatu@inbox.ru

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В статье рассмотрены аспекты оценки показателей устойчивости для выбора технологий, как части сложной энергетической системы и ее перехода, являющейся большой проблемой, поскольку существует множество альтернатив и критериев, которые необходимо проанализировать и оценить. В этой работе рассмотрен общий и всесторонний подход к оценке устойчивости для перспективной оценки технологий возобновляемой энергетики. Предлагаемый подход рассматривает два критерия, которые являются существенными для выбора показателей устойчивости: экологической и экономической оценки на основе жизненного цикла. В частности, в производстве водорода, которое может использоваться для балансировки производства электроэнергии из переменных возобновляемых источников энергии и направлено на повышение защищенности населения при возникновении неблагоприятных факторов чрезвычайных ситуаций, связанных с отключением электроэнергии.

Ключевые слова: энергоэффективность, экологическая оценка, экономическая оценка, возобновляемая энергия.

1. Введение

Ветроэнергетика, основанная, в частности, на лопастных ветряных турбинах с вертикальной осью, приобрела популярность благодаря интересу к экологически чистой энергии. Энергетический сектор в настоящее время сталкивается с растущими проблемами, связанными с ростом спроса, эффективностью, отсутствием аналитики, необходимой для оптимального управления, и изменением моделей спроса и предложения. Технологии возобновляемой энергии, такие как прогнозирование энергии, энергоэффективность и доступность энергии, являются ключевыми факторами, которые включают искусственный интеллект [1-4]. В данной статье представлен комплексный подход к перспективной оценке устойчивости энергетических технологий. Предложенные подходы можно использовать для преодоления различных проблем, включая выбор лучшего потребителя для реагирования на конкурентоспособное ценообразование, планирование и управление объектами, стимулирование участников реагирования на спрос и их равную и экономическую компенсацию. Предлагаемая модель может помочь повысить энергоэффективность и улучшить использование ресурсов возобновляемой энергии.

Правильный выбор и оценка показателей устойчивости для оценки технологий как части сложной энергетической системы и ее перехода является большой проблемой, поскольку существует множество альтернатив и критериев, которые необходимо проанализировать и оценить. Кроме того, особенно для перспективной оценки различных технологий, необходима согласованная

структура оценки, т. е. согласованные границы системы, а также предположения относительно экономических, экологических и социальных входных данных и согласованный фоновый сценарий, касающийся, например, сочетания энергии и мобильности.

Представленный подход считается скорее отправной точкой, чем планом для комплексной оценки технологий возобновляемой энергии, встраивания в контекстные сценарии для перспективных оценок.

2. Экономическая оценка

Для экономической оценки выбран метод LCC. В качестве экономического показателя рассчитываются общие затраты и приводятся к единой точке отчета. Начальной точкой оценки затрат является подробная оценка инвестиций. На основе потоков массы и энергии основные компоненты ветрогенераторов проектируются по их размеру и типу, а соответствующие инвестиции оцениваются с использованием таблиц цен и данных производителя [5,6]. Инвестиции в прямые и косвенные вторичные компоненты оцениваются как проценты от основных компонентов. Эксплуатационные расходы здесь разделены на расходные материалы (сырье, коммунальные услуги, эксплуатационные материалы) и другие эксплуатационные расходы (труд, техническое обслуживание и ремонт, страхование и накладные расходы) и доходы от побочных продуктов оцениваются на основе потоков массы и энергии вместе с данными о ценах на текущий и будущие годы.

3. Экологическая оценка

Оценка воздействия на окружающую среду проводится в соответствии с методологией LCA в соответствии с международными стандартами ISO. Для подготовки LCI все процессы вверх и вниз по течению, т. е. поставка сырья и энергии, предоставление эксплуатационных материалов и инфраструктуры (включая строительство объекта), утилизация отходов и сточных вод (включая демонтаж объекта), а также использование продукта, включаются с использованием программного обеспечения. Моделирование производства электроэнергии основано на предположениях о валовой выработке электроэнергии на энергоноситель и долях технологий на энергоноситель [3,7]. Перспективные аспекты, специфичные для LCA, включают предположения о будущем контроле выбросов машинного оборудования по цепочке создания стоимости соответствующей технологии и о топливно-технологическом составе будущего энергетического и мобильного комплекса.

4. Перспективы развития

Инвестиционные затраты в 2050 году будут ниже, поскольку увеличивается количество установленных систем и устанавливаются большие мощности (экономика масштаба). Кроме того, можно ожидать более низких затрат на производство электроэнергии с помощью ветроэнергетики. В будущем самые низкие затраты на поставку будут реализованы при транспортировке по трубопроводу. Водород из энергии ветра может использоваться для электрификации различных секторов. Кроме того, производство водорода может использоваться для балансировки производства электроэнергии из переменных возобновляемых

источников энергии. Водород для транспортных средств и других секторов имеет шанс быть безопасным для климата только при производстве из возобновляемых источников энергии [8]. В дополнение к потенциальному сокращению выбросов парниковых газов, электромобили на топливных элементах выделяют только воду в точке использования и, следовательно, помогают бороться с высокими уровнями выбросов в городах, например, твердых частиц или оксидов азота.

В качестве варианта использования для исследования зеленого водорода выбран легковой автомобиль, хотя поставляемый водород также может использоваться в общественных автобусах или грузовых автомобилях. Для транспортировки и распределения водорода доступны различные технологии. В настоящее время наиболее распространенными методами транспортировки являются газобразный водород в баллонах высокого давления и жидкий водород в криогенных баллонах на грузовиках. В качестве альтернативы рассматривается хранение и транспортировка водорода в жидких органических водородоносителях на грузовиках. Четвертой проанализированной альтернативой является строительство новой сети трубопроводов.

Это также включает в себя дальнейшее использование возможностей для привлечения различных субъектов из общества к общему подходу к оценке, например, для выбора и взвешивания критериев и показателей устойчивости. Кроме того, вывод показателей на основе нормативной концепции устойчивого развития и цель назначения показателей одному из измерений устойчивости, т. е. экономике, окружающей среде, должны быть изучены более внимательно и подлежат дальнейшему исследованию.

5. Выводы

Предложенный для перспективной оценки устойчивости энергетических технологий объединяет хорошо известные экологические и экономические показатели и в целом применим ко всем типам технологий, т. е. различным энергетическим ресурсам и процессам преобразования, направлен на последовательную перспективную оценку устойчивости энергетических технологий. Таким образом, подход может использоваться для последовательного выделения возможных сильных и слабых сторон, а также непреднамеренных последствий новых технологий по сравнению, например, с существующими традиционными технологиями, направлен на поддержку разработчиков технологий, лиц, принимающих решения в политике, промышленности и обществе, путем предоставления знаний для дальнейшей оценки, руководства и управления. Представленные результаты являются отличной отправной точкой для дальнейшего анализа в отношении сравнения различных вариантов транспорта, т. е. для сравнительной оценки устойчивости электромобилей на топливных элементах, электромобилей на аккумуляторных батареях и транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания, работающих на синтетическом биотопливе и ископаемом топливе соответственно. В частности, в производстве водорода, которое может использоваться для балансировки производства электроэнергии из переменных возобновляемых источников энергии и направлено на повышение за-

щищенности населения при возникновении неблагоприятных факторов чрезвычайных ситуаций, связанных с отключением электроэнергии.

Список литературы

1. Мони SM, Махмуд R, Хай К, Карбахалес-Дейл М (2020) Оценка жизненного цикла новых технологий: обзор. J Ind Ecol 24(1):52-63
2. Чжао Г., Нильсен Э.Р., Тронкосо Э., Хайд К., Ромео Дж.С., Дидерих М. (2019) Анализ стоимости жизненного цикла: пример применения водородной энергетики. Int J Hydrogen Energy 44(19):9517-9528
3. Арвидссон Р., Тиллман А.М., Санден Б.А., Янссен М., Норделёф А., Кушнир Д., Моландер С. (2018) Экологическая оценка новых технологий: рекомендации для перспективного LCA. J Ind Ecol 22 (6): 1286-1294.
4. Бхат И, Пракаш Р (2009) LCA возобновляемых источников энергии для систем генерации электроэнергии. Обзор. Renew Sustain Energy Rev 13(5):1067-1073
5. Hiremath M, Derendorf K, Vogt T (2015) Сравнительная оценка жизненного цикла систем хранения аккумуляторных батарей для стационарных приложений. Environ Sci Technol 49(8):4825-4833
6. Мехмети А., Анджелис-Димакис А., Арампатзис Г., Макфайл С., Ульгиати С. (2018) Оценка жизненного цикла и водный след методов производства водорода: от традиционных до новых технологий. Окружающая среда 5(2):24
7. Swarr TE, Hunkeler D, Klöpffer W, Pesonen HL, Ciroth A, (2011) Экологическая оценка жизненного цикла: кодекс практики. Int J Life Cycle Assess 16(5):389-391
8. Ли К, Ли С (2013) Модели технологических инноваций и эволюции в энергетическом секторе: подход, основанный на патентах. Энергетическая политика 59:415-432

ШЕРКУНОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент

Научный руководитель –

БУРЦЕВ АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ, канд. техн. наук, ст. преподаватель

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: sherkunova.darya@mail.ru)

СОЗДАНИЕ УМНЫХ СЕТЕЙ (SMART GRID) ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В статье рассматривается необходимость и целесообразность внедрения умных сетей (Smart Grid), которые позволяют экономично и эффективно использовать электроэнергию, улучшить надежность общей энергосистемы. Вместе с тем приведены, направления, характеристика и свойства Smart Grid, а также основные препятствия для внедрения технологий SmartGrid в России и за рубежом.

Ключевые слова: Smart Grid, электроэнергия, интеллектуальная сеть, модернизация, средства.

Современные вызовы энергоснабжения требуют внедрения инновационных решений, способных повысить эффективность и надежность электрических сетей [1]. Одним из таких подходов является создание умных сетей или Smart Grid.

Smart Grid (умные сети) представляет собой электрическую систему, которая транспортирует энергию от производителя к потребителю, самостоятельно следит и управляет движением электричества для наиболее эффективного использования энергии. С помощью современных информационных и коммуникационных технологий всё оборудование smartgrid взаимодействует, образуя единую интеллектуальную энергетическую систему. Данные, собранные с оборудования, подвергаются анализу, результаты которого помогают оптимизировать потребление энергии, сократить издержки, а также улучшить надежность и общую эффективность энергосистемы. Решения Smart Grid разбиваются на пять основных направлений:

1. Измерительные устройства, включая прежде всего smart-счетчики и smart-датчики.
2. Продвинутое управление.
3. Улучшенные технологии и компоненты электрической сети: гибкие системы FACTS, сверхпроводящие кабели, полупроводниковая и силовая электроника, накопители энергии [2].
4. Интегрированные интерфейсы и подходы к поддержке принятия решений, технологии управления энергопотреблением, распределенные системы мониторинга и контроля, системы текущего мониторинга генерации, автоматизированные измерительные системы, а также новые стратегии планирования и проектирования как развития, так и функционирования энергосистемы и её компонентов [3].
5. Интегрированные коммуникационные средства.

Технология Smart Grid обладает некоторыми новаторскими чертами, включая:

- Активное двустороннее взаимодействие в режиме реального времени, позволяющее всем элементам и участникам сети, от производителей энергии до конечных пользователей, обмениваться информацией;
- Полный охват технологической цепочки электроэнергии, начиная от производителей (как основных, так и независимых) и распределительных сетей до конечных потребителей;
- Постоянное поддержание управляемого баланса между спросом и предложением электроэнергии. Это требует от элементов сети постоянного обмена данными о параметрах энергии, режимах потребления и генерации, объемах используемой и планируемой энергии, а также коммерческой информацией [4];
- Способность Smart Grid к эффективной защите и самовосстановлению после крупных сбоев, естественных катастроф и внешних угроз;
- В экономическом плане технология Smart Grid способствует развитию новых рынков, привлечению инвесторов и созданию новых услуг.

Получая данные в реальном времени от встроенных сенсоров и автоматических систем контроля, интеллектуальная сеть сразу же обнаруживает сбой и реагирует на них, обеспечивая быстрое устранение проблем. В контексте распределительных сетей термин «самовосстанавливающаяся» сеть не применяется. Если на верхних линиях электропередачи возникают неисправности (учитыв-

вая, что линии обычно работают по радиальному принципу), это приводит к неизбежным перебоям в подаче электроэнергии. В городских сетях возможно проектирование (с применением специальных топологий), благодаря которому неисправности в одной части системы не вызовут отключения электроснабжения у конечных пользователей. Предполагается, что интеллектуальные сети будут оснащены системой управления, которая анализирует их работу с помощью автономных контроллеров.

Интеллектуальная сеть по замыслу призвана изменить отношение потребителей к затратам на электроэнергию или обеспечить менее высокие тарифы за надежное электрическое обслуживание, даже при возникновении перегрузок. Реализуемая в реальном времени двусторонняя связь позволяет пользователям компенсировать свои усилия по экономии энергии, продавая ее обратно в сеть. Интеллектуальные сети готовы преобразить сферу энергетики, предоставляя возможность небольшим участникам, таким как домохозяйства и малые предприятия, реализовывать мощность соседям либо возвращать ее в сеть. Аналогичные возможности будут доступны и для крупных коммерческих компаний с резервными мощностями.

Интеллектуальные сети эффективно распознают как искусственные, так и естественные нарушения стабильности и оперативно на них реагируют. Данные в режиме реального времени позволяют операторам выделять зоны нарушения в сети и перенаправлять потоки энергии, обходя поврежденные участки. Одной из ключевых задач защиты от атак является «умное» управление энергетическими сетями, что служит основой для контроля и управления интеллектуальными сетями, помогая предотвратить или смягчить разрушения системы, например, при сбоях в электричестве.

Пока «умные» сети продолжают обеспечивать стандартные нагрузки, они также легко интегрируются с топливными элементами, возобновляемыми энергоресурсами, микротурбинами и другими технологиями распределенной генерации на местном и региональном уровнях. Интеграция небольшого или локального производства позволит частным лицам и промышленным объектам самостоятельно вырабатывать и продавать избыточную электроэнергию в сеть с минимальными техническими и регуляторными затратами. Это улучшает качество электроэнергии, снижает расходы и предоставляет клиентам широкий выбор.

Значительное улучшение передачи электроэнергии требует модернизации сетевого управления. Такая трансформация направлена на создание открытого рынка, где альтернативные энергоисточники из удаленных регионов можно будет легко продавать потребителям по всей стране. Благодаря данным, полученным из распределенных сетей, небольшие производители смогут генерировать и продавать электроэнергию на местном уровне с использованием таких альтернатив, как фотоэлектрические панели на крышах, малые ветряные турбины, микрогидрогенераторы [5]. Без данных от сенсоров и программного обеспечения, которые немедленно реагируют на нестабильность, вызванную ненадежными источниками, качество системы может ухудшиться.

В России обеспечение электроэнергией организовано в условиях, которые характеризуются сложными климатическими, техническими и экономическими вызовами, с акцентом на крупные генерирующие объекты. Необходим новаторский подход, чтобы интегрировать в существующие сети различные малые и альтернативные энергетические объекты и связать их с локальными электрическими сетями. Такие решения в нашей стране значительно отличаются от применяемых в большинстве зарубежных стран, так как российская энергосистема функционирует на другом уровне интеграции. Она основана на использовании крупных и сложных систем, что определяет принципы их построения и текущего регулирования. Для этого потребуется обновление не только подключаемых объектов, но и всей глобальной электросети, основываясь на принципах многофункциональной автоматизации.

На сегодняшний день в Российской Федерации концепция SmartGrid рассматривается как идея интеллектуальной сети с активной адаптацией, которая обладает следующими характеристиками:

1. Системы сбора и обработки данных, включающие программно-аппаратные комплексы, а также ресурсы управления активными элементами сети и электрическими установками потребителей.
2. Насыщенность сети активными компонентами, позволяющими изменять топологию сети.
3. Система автоматизированной оценки текущего положения и прогнозирования функционирования сети.
4. Высокая скорость системы управления и информационного обмена.
5. Большое количество датчиков, фиксирующих показатели в режиме реального времени для оценки состояния сети в различных режимах работы.
6. Надежные исполнительные механизмы, позволяющие менять топологические характеристики сети в реальном времени и взаимодействовать с соседними энергосистемами.

Основными препятствиями для внедрения технологий SmartGrid в России и за рубежом являются:

- колоссальные финансовые затраты на внедрение системы SmartGrid и ее последующее обслуживание;
- множество пользователей, предъявляющих разнообразные требования к качеству электрической энергии;
- недостаток надежных и безопасных устройств для хранения энергии;
- отсутствие стандартов и нормативных актов;
- отсутствие стимула у монополистов рынка, чья прибыль зависит от объемов реализуемой электроэнергии; при внедрении новых технологий их доходы могут значительно сократиться.

Таким образом, внедрение Smart Grid представляет собой революционный шаг в развитии электроэнергетической отрасли. Эти системы открывают новые возможности для экономичного и эффективного использования электроэнергии, позволяют развивать экологически чистые и возобновляемые источники энергии, а также поддерживают устойчивое развитие всех секторов экономики

[6]. Умные сети — это не просто технологическая инновация, это шаг к будущему, где энергия будет использоваться более ответственно и эффективно.

Список литературы

1. Исследование методов утилизации тепловой энергии в системах обеспечения микроклимата зданий и сооружений / Шеркунова Д.А. // Юность и Знания - Гарантия Успеха - 2024. сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т.. Курск, 2024. С. 314-319.

2. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.

3. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК C23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.

4. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.

5. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.

6. Бурцев, А. П. Меры совершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.

ШЕРКУНОВА ДАРЬЯ АЛЕКСЕЕВНА, студент

Научный руководитель –

БУРЦЕВ АЛЕКСЕЙ ПЕТРОВИЧ, канд. техн. наук, ст. преподаватель

Юго-Западный Государственный университет, г. Курск, Россия

(e-mail: sherkunova.darya@mail.ru)

СОЗДАНИЕ УМНЫХ СЕТЕЙ (SMART GRID) ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В статье рассматривается необходимость и целесообразность внедрения умных сетей (Smart Grid), которые позволяют экономично и эффективно использовать электроэнергию, улучшить надежность общей энергосистемы. Вместе с тем приведены, направления, характеристика и свойства Smart Grid,

а также основные препятствия для внедрения технологий SmartGrid в России и за рубежом.

Ключевые слова: Smart Grid, электроэнергия, интеллектуальная сеть, модернизация, средства.

Современные вызовы энергоснабжения требуют внедрения инновационных решений, способных повысить эффективность и надежность электрических сетей. Одним из таких подходов является создание умных сетей или Smart Grid.

Smart Grid (умные сети) представляет собой электрическую систему, которая транспортирует энергию от производителя к потребителю, самостоятельно следит и управляет движением электричества для наиболее эффективного использования энергии. С помощью современных информационных и коммуникационных технологий всё оборудование smart grid взаимодействует, образуя единую интеллектуальную энергетическую систему. Данные, собранные с оборудования, подвергаются анализу, результаты которого помогают оптимизировать потребление энергии, сократить издержки, а также улучшить надежность и общую эффективность энергосистемы.

Решения Smart Grid разбиваются на пять основных направлений:

1. Измерительные устройства, включая прежде всего smart-счетчики и smart-датчики.

2. Продвинутое управление.

3. Улучшенные технологии и компоненты электрической сети: гибкие системы FACTS, сверхпроводящие кабели, полупроводниковая и силовая электроника, накопители энергии.

4. Интегрированные интерфейсы и подходы к поддержке принятия решений, технологии управления энергопотреблением, распределенные системы мониторинга и контроля, системы текущего мониторинга генерации, автоматизированные измерительные системы, а также новые стратегии планирования и проектирования как развития, так и функционирования энергосистемы и её компонентов.

5. Интегрированные коммуникационные средства.

Технология Smart Grid обладает некоторыми новаторскими чертами, включая:

- Активное двустороннее взаимодействие в режиме реального времени, позволяющее всем элементам и участникам сети, от производителей энергии до конечных пользователей, обмениваться информацией;

- Полный охват технологической цепочки электроэнергии, начиная от производителей (как основных, так и независимых) и распределительных сетей до конечных потребителей;

- Постоянное поддержание управляемого баланса между спросом и предложением электроэнергии. Это требует от элементов сети постоянного обмена данными о параметрах энергии, режимах потребления и генерации, объемах используемой и планируемой энергии, а также коммерческой информацией;

- Способность Smart Grid к эффективной защите и самовосстановлению после крупных сбоев, естественных катастроф и внешних угроз;

- В экономическом плане технология Smart Grid способствует развитию новых рынков, привлечению инвесторов и созданию новых услуг.

Получая данные в реальном времени от встроенных сенсоров и автоматических систем контроля, интеллектуальная сеть сразу же обнаруживает сбой и реагирует на них, обеспечивая быстрое устранение проблем. В контексте распределительных сетей термин «самовосстанавливающаяся» сеть не применяется. Если на верхних линиях электропередачи возникают неисправности (учитывая, что линии обычно работают по радиальному принципу), это приводит к неизбежным перебоям в подаче электроэнергии. В городских сетях возможно проектирование (с применением специальных топологий), благодаря которому неисправности в одной части системы не вызовут отключения электроснабжения у конечных пользователей. Предполагается, что интеллектуальные сети будут оснащены системой управления, которая анализирует их работу с помощью автономных контроллеров.

Интеллектуальная сеть по замыслу призвана изменить отношение потребителей к затратам на электроэнергию или обеспечить менее высокие тарифы за надежное электрическое обслуживание, даже при возникновении перегрузок. Реализуемая в реальном времени двусторонняя связь позволяет пользователям компенсировать свои усилия по экономии энергии, продавая ее обратно в сеть. Интеллектуальные сети готовы преобразить сферу энергетики, предоставляя возможность небольшим участникам, таким как домохозяйства и малые предприятия, реализовывать мощность соседям либо возвращать ее в сеть. Аналогичные возможности будут доступны и для крупных коммерческих компаний с резервными мощностями.

Интеллектуальные сети эффективно распознают как искусственные, так и естественные нарушения стабильности и оперативно на них реагируют. Данные в режиме реального времени позволяют операторам выделять зоны нарушения в сети и перенаправлять потоки энергии, обходя поврежденные участки. Одной из ключевых задач защиты от атак является «умное» управление энергетическими сетями, что служит основой для контроля и управления интеллектуальными сетями, помогая предотвратить или смягчить разрушения системы, например, при сбоях в электричестве.

Пока «умные» сети продолжают обеспечивать стандартные нагрузки, они также легко интегрируются с топливными элементами, возобновляемыми энергоресурсами, микрогенераторами и другими технологиями распределенной генерации на местном и региональном уровнях. Интеграция небольшого или локального производства позволит частным лицам и промышленным объектам самостоятельно вырабатывать и продавать избыточную электроэнергию в сеть с минимальными техническими и регуляторными затратами. Это улучшает качество электроэнергии, снижает расходы и предоставляет клиентам широкий выбор.

Значительное улучшение передачи электроэнергии требует модернизации сетевого управления. Такая трансформация направлена на создание открытого рынка, где альтернативные энергоисточники из удаленных регионов можно будет легко продавать потребителям по всей стране. Благодаря данным, полученным из распределенных сетей, небольшие производители смогут генерировать и продавать электроэнергию на местном уровне с использованием таких альтернатив, как фотоэлектрические панели на крышах, малые ветряные турбины, микрогенераторы. Без данных от сенсоров и программного обеспечения, которые немедленно реагируют на нестабильность, вызванную ненадежными источниками, качество системы может ухудшиться.

В России обеспечение электроэнергией организовано в условиях, которые характеризуются сложными климатическими, техническими и экономическими вызовами, с акцентом на крупные генерирующие объекты. Необходим новаторский подход, чтобы интегрировать в существующие сети различные малые и альтернативные энергетические объекты и связать их с локальными электрическими сетями. Такие решения в нашей стране значительно отличаются от применяемых в большинстве зарубежных стран, так как российская энергосистема функционирует на другом уровне интеграции. Она основана на использовании крупных и сложных систем, что определяет принципы их построения и текущего регулирования. Для этого потребуются обновление не только подключаемых объектов, но и всей глобальной электросети, основываясь на принципах многофункциональной автоматизации.

На сегодняшний день в Российской Федерации концепция Smart Grid рассматривается как идея интеллектуальной сети с активной адаптацией, которая обладает следующими характеристиками:

1. Системы сбора и обработки данных, включающие программно-аппаратные комплексы, а также ресурсы управления активными элементами сети и электрическими установками потребителей.

2. Насыщенность сети активными компонентами, позволяющими изменять топологию сети.

3. Система автоматизированной оценки текущего положения и прогнозирования функционирования сети.

4. Высокая скорость системы управления и информационного обмена.

5. Большое количество датчиков, фиксирующих показатели в режиме реального времени для оценки состояния сети в различных режимах работы.

6. Надежные исполнительные механизмы, позволяющие менять топологические характеристики сети в реальном времени и взаимодействовать с соседними энергосистемами.

Основными препятствиями для внедрения технологий Smart Grid в России и за рубежом являются:

- колоссальные финансовые затраты на внедрение системы Smart Grid и ее последующее обслуживание;

- множество пользователей, предъявляющих разнообразные требования к качеству электрической энергии;

- недостаток надежных и безопасных устройств для хранения энергии;
- отсутствие стандартов и нормативных актов;
- отсутствие стимула у монополистов рынка, чья прибыль зависит от объемов реализуемой электроэнергии; при внедрении новых технологий их доходы могут значительно сократиться.

Таким образом, внедрение Smart Grid представляет собой революционный шаг в развитии электроэнергетической отрасли. Эти системы открывают новые возможности для экономичного и эффективного использования электроэнергии, позволяют развивать экологически чистые и возобновляемые источники энергии, а также поддерживают устойчивое развитие всех секторов экономики. Умные сети — это не просто технологическая инновация, это шаг к будущему, где энергия будет использоваться более ответственно и эффективно.

Список литературы

1. Бурцев, А. П. Комплексная утилизация теплоты сбросных газов и вентиляционных выбросов в многослойном пластинчатом рекуператоре : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бурцев Алексей Петрович, 2023. – 202 с. – EDN PRCPLY.
2. Патент № 2705348 С1 Российская Федерация, МПК F25B 21/02, H01L 35/32, H01L 35/02. Термоэлектрический источник электроснабжения для теплового пункта : № 2019106920 : заявл. 12.03.2019 : опубл. 06.11.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN RYYJBN.
3. Патент № 2676551 С1 Российская Федерация, МПК C23F 13/00. Автономный термоэлектрогенератор на трубопроводе : № 2018110390 : заявл. 23.03.2018 : опубл. 09.01.2019 / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, Н. И. Иванов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Юго-Западный государственный университет" (ЮЗГУ). – EDN CVQJYT.
4. Ежов, В. С. Использование термоэлектричества в энергосберегающих теплотехнологиях / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 154 с. – ISBN 978-5-6040166-7-1. – EDN YPIVFS.
5. Применение термоэлектричества для электроснабжения индивидуального теплового пункта системы отопления многоквартирного жилого дома / Н. Е. Семичева, В. С. Ежов, А. П. Бурцев [и др.] // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 268-272. – EDN YKUBQX.
6. Бурцев, А. П. Меры усовершенствования и повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса Курской области / А. П. Бурцев, О. В. Шугаева // Молодежь и наука: шаг к успеху : Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 3-х томах, Курск, 23–24 марта 2017 года / Ответственный редактор Горохов А.А.. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 255-260. – EDN YKTKPV.
7. Ежов, В. С. Совместная генерация тепла и электроэнергии в теплогенерирующих установках с использованием эффекта термоэлектричества / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2015 : сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах, Курск, 19–20 ноября 2015 года / Ответственный редактор: Горохов А.А.. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 207-209. – EDN UYMFZX.

8. Один из вариантов измерения объема жидкостей в цилиндрических резервуарах кругового и эллиптического сечений / К. В. Жилина, Д. Н. Гютюнов, А. А. Панин, А. П. Бурцев // Математика и ее приложения в современной науке и практике : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Курск, 20 мая 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 20-25. – EDN UDNVCL.

9. Экспериментальное исследование процессов рекуперации тепла местных вентиляционных устройств / А. П. Бурцев, Н. С. Перепелица, Е. Н. Грэдинарь, В. Продан // Будущее науки -2022 : Сборник научных статей 10-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 21–22 апреля 2022 года. Том 4. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 31-34. – EDN GDKLNR.

Научное издание

**Международный
научно-образовательный конгресс молодежи**

«ЭНЕРГИЯ ЗНАНИЙ»

сборника научных статей

26 ноября 2024 года

ISBN 978-5-00261-052-5



Компьютерная верстка и макет *Горохов А.А.*

Подписано в печать 12.12.2024. Формат 60×84 1/16.

Бумага офисная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 15,6. Усл. печ. л. 14,3. Тираж 100 экз. Заказ № 2519

Отпечатано в типографии

Закрытое акционерное общество «Университетская книга»

305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12

ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.

Телефон +7-910-730-82-83 www.nauka46.ru