

Колмыков Евгений Романович,
Агеев Константин Игоревич,
студенты ФГБОУ ВО
«Тюменский индустриальный университет»
Ноябрьский институт нефти и газа
(филиал ТИУ в г. Ноябрьске),
г. Ноябрьск

Штаньков Александр Михайлович,
преподаватель ФГБОУ ВО
«Тюменский индустриальный университет»
Ноябрьский институт нефти и газа
(филиал ТИУ в г. Ноябрьске),
г. Ноябрьск

ЦИФРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.311

На сегодняшний день считается, что основной задачей энергетики является цифровизация. Это нововведение значительно упростит многие задачи и сделает возможным то, что не было возможным ранее. Авторы убеждены, что цифровизация станет самым настоящим прорывом в энергетике. Эту мысль они подробно развивают в данной статье.

Today it is believed that the main task of the energy sector is digitalization. This innovation will significantly simplify many tasks and make possible what was not possible before. The authors believe that digitalization will become a real breakthrough in the energy sector.

Ключевые слова: цифровая энергетика, будущее энергетике.

Keywords: digital energy, future of energy.

Сегодня мировой рынок электротехники движется в сторону цифровизации. В первую очередь внедрение интеллектуального оборудования позволит повысить качество работы сложного энергоемкого промышленного оборудования и, соответственно, надежность электрооборудования потребителей. Интеллектуальные технологии в энергетике обеспечат энергосбережение, снизят риски аварий, пожаров, коротких замыканий, повысят уровень безопасности на предприятиях. В условиях истощения потенциала экстенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов цифровая трансформация является для России окном больших возможностей. Показано, что в таких условиях

возрастает необходимость цифровизации энергетических систем с учетом усложнения и снижения уровня самоадаптации и устойчивости к множеству дестабилизирующих факторов.

Даны сравнительные оценки уровня внимания специалистов к сквозным цифровым технологиям в различных отраслях, из которых следует, что в энергетическом секторе экономики это внимание имеет явный резерв роста. Отмечено, что значительная часть сложного современного цифрового оборудования поставляется в энергетическую отрасль зарубежными фирмами, что представляет собой явную угрозу энергетической безопасности страны и требует усиленного внимания к решению проблемы импортонезависимости. Обоснована потребность в обеспечении лидирующей системообразующей роли Российской академии наук в прорывном развитии российской цифровой энергетики.



МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ (СДУЭ)

Цели работы

- Повышение эффективности управления технологическим процессом распределения электроэнергии.
- Снижение масштабов аварийных ситуаций путем оперативного упреждающего моделирования результатов действий диспетчера.
- Повышение безопасности и снижение травматизма при эксплуатации сетей за счет использования многоуровневых проверок и блокировок при переключениях.

Эффекты работы

- Снижение затрат на покупку электроэнергии при снижении среднего тарифа.
- Снижение затрат на покупку электроэнергии при снижении технологических потерь.
- Сокращение недобора нефти при сокращении аварийных отключений.

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ

- Управление потреблением электроэнергии и энергосистемой блока разведки и добычи (далее – БРД).
- Оперативное формирование аналитической отчетности в части передачи и распределения электроэнергии.
- Активно-адаптивное управление режимами работы распределительных сетей энергоснабжения (мониторинг и диспетчерское управление сетью).
- Тренажер для подготовки диспетчеров электрических сетей.
- Арсенал средств для поиска потерь электроэнергии в сетях.
- Топологический процессор, обеспечивающий визуальное отображение текущего состояния токопроводящего оборудования (по классу напряжения, по наличию напряжения, по эксплуатационной принадлежности, по питающим центрам).

Инструменты создания и сопровождения модели

- Визуальное редактирование с поддержкой автоком-

поновки элементов на схеме.

- Поддержка работы с шаблонами, справочниками, библиотеками.
- Автоматический анализ корректности внесенных изменений в модель.
- Единая среда описания и редактирования всех видов информации.
- Адаптация терминов CIM-модели для технологов.
- Инструменты для ввода и модификации больших объемов данных.

РАЗВИТЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

- Мнемосхемы, таблицы, тренды, динамические наборы.
- Многослойное представление, динамическое масштабирование.
- Отображение отклонения от нормальной схемы.
- Топологическая раскраска и трассировка.
- Сигнализация о событиях, квитирование событий.
- Диспетчерские пометки и плакаты.

НАДЕЖНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Цели работы

- Сокращение количества и объема работ по плановым ремонтам энергооборудования за счет определения реальной необходимости ремонтов по техническому состоянию.
- Сокращение количества отказов сетевого и генерирующего оборудования.
- Оптимизация физических объемов работ за счет ремонта по текущему состоянию и рационального использования ресурсов.
- Снижение удельного показателя по аварийности.

Эффекты работы

- Оптимизация физических объемов работ техобслуживания и ремонтов.
- Повышение производительности техобслуживания и ремонтов.



Функциональность системы

- Построение эталонных математических моделей различных режимов работы оборудования с учетом его индивидуальных особенностей.
- Автоматическая индикация и оповещение (sms, e-mail) о выходе значений параметров, характеризующих работу оборудования, за границы, заданные эталонными моделями режимов его работы.
- Автоматизированное аналитическое определение причин выхода значений параметров, характеризующих работу оборудования, за установленные пределы.
- Прогнозирование срока безотказной работы оборудования.
- Выделение опасных режимов работы оборудования.
- Безопасный удаленный доступ к данным о работе оборудования в реальном времени.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЕ РЕМОНТАМИ

Цели работы

- Повышение эффективности процесса технического обслуживания и ремонтов (далее – ТОиР) оборудования и сетей в части планирования упреждающих воздействий.
- Снижение времени плановых простоев и тяжести аварий.
- Снижение количества ремонтов и затрат на них за счет определения реальной необходимости вида воздействия и объема ремонта на основании оценки технического состояния оборудования.
- Формирование баланса между требуемым уровнем надежности оборудования и затратами на его поддержание.

Эффекты работы

- Снижение операционных затрат на ТОиР электро- и сетевого оборудования, оборудования тепло- и водоснабжения (далее – ТВС).

Увеличение дохода за счет снижения отключений.

Функциональность системы

- Единая база данных и реестр энергетического оборудования.
- Автоматический расчет индекса технического состояния энергооборудования (далее – ИТС) с учетом фактически выявленных дефектов и данных, полученных из систем диагностики. Ранжирование очередности проведения ремонтов с учётом ИТС.
- Автоматическая оптимизация плановых объёмов ремонтов энергооборудования, обслуживаемого по техническому состоянию, с учётом фактически выявленных дефектов.
- Формирование базового, по периодичности, и оптимизированного, с учётом применения стратегий по техническому состоянию, графиков ТОиР с оценкой эффективности работы системы.

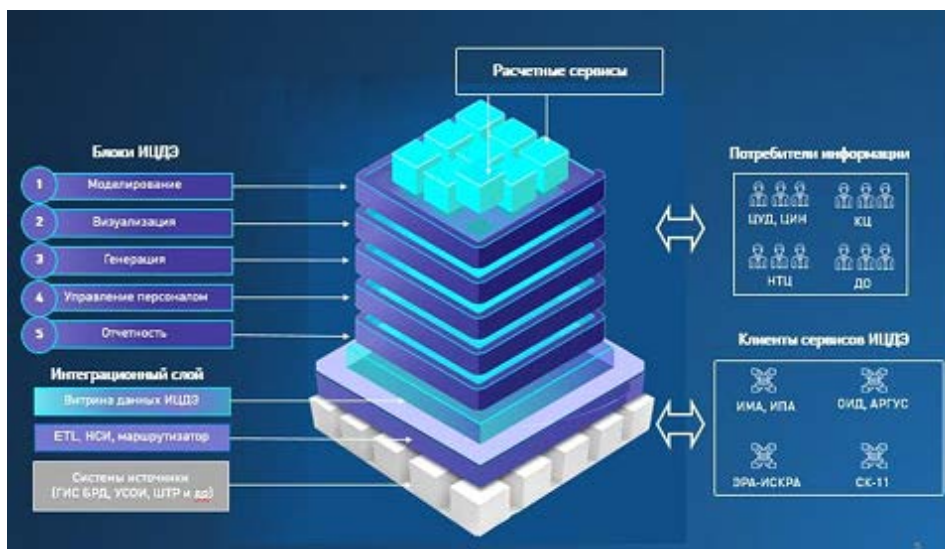
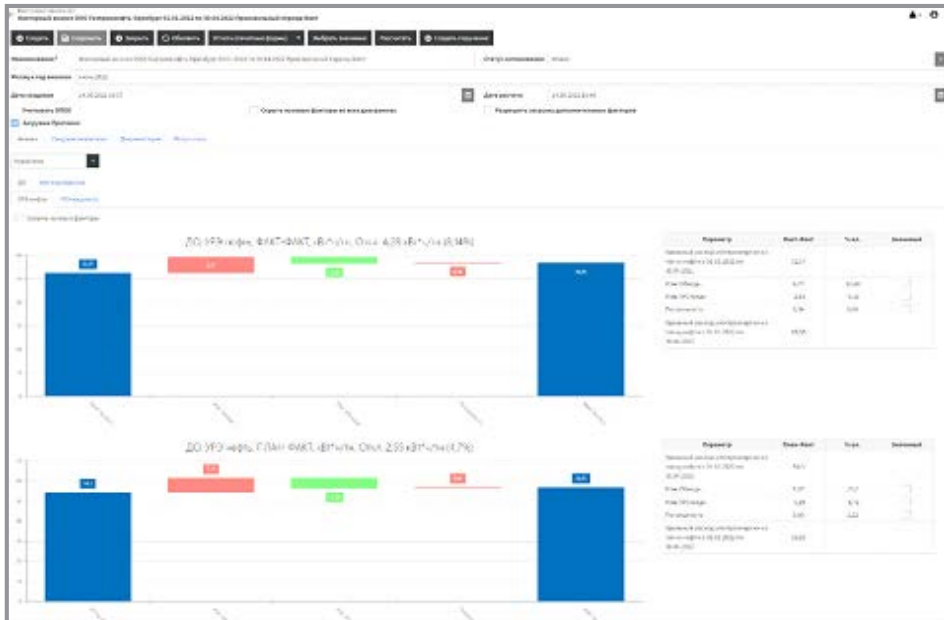
SMART-ДОСТУП

Цели работы

- Снижение рисков несанкционированного доступа и поражения электрическим током неквалифицированного персонала, третьих лиц на энергетических объектах.
- Повышение уровня Health, Safety & Environment (здоровье, безопасность и окружающая среда) (далее – HSE) при работе с энергооборудованием.
- Снижение случаев хищения оборудования и материалов.
- Снижение перерывов в работе оборудования промислов в связи с авариями энергооборудования, связанными с несанкционированным доступом на объекты.

Эффекты работы

- Повышение безопасности эксплуатации объектов электроэнергетики.
- Снижение случаев несанкционированного досту-

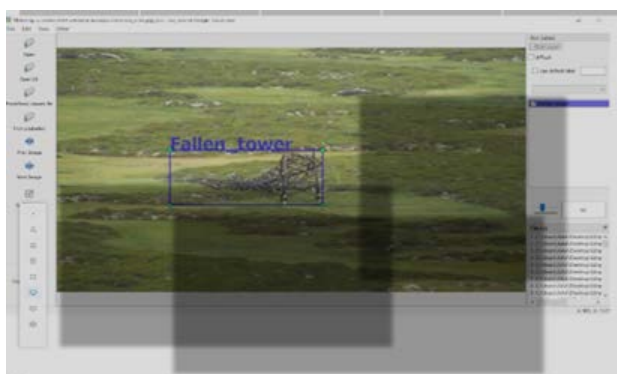


па и поражения эл. током неквалифицированного персонала и третьих лиц.

Функциональность системы

- Автоматизация процедуры проверки и авторизации доступа к объектам электроэнергетики.
- Получение данных по наличию доступа к объектам по данным из смежных ИТ-систем.
- Унификация процесса по организации доступа на любой тип объекта электроэнергетики.

МОБИЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИК



Цели работы

- Оперативное внесение информации при выполнении работ.
- Пошаговое отображение технологического процесса.
- Подсказки в процессе выполнения операции.
- Повышение мобильности, производительности труда и уровня HSE.

Эффекты работы

- Повышение безопасности выполнения ремонтов энергетического оборудования и снижение ошибок персонала.
- Снижение операционных затрат на поддержание базы данных оборудования в актуальном состоянии.

Функциональность системы

- Автоматическое получение и внесение в систему управления планово-предупредительными ремонтами энергооборудования (далее – УППРЭ) данных об осмотре оборудования в режиме онлайн (на объекте, с использованием мобильных устройств).
- Получение справочной информации об оборудовании (паспорт, схемы, дефектные ведомости и т. п.).
- Повышение точности и скорости идентификации

оборудования за счет использования QR-кодов.

- Использование функционала очков дополненной реальности в энергетике (интерактивный помощник при проведении переключения энергетического оборудования).

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Цели работы

Снижение себестоимости продукции за счет оптимизации расхода всех используемых в технологических процессах видов энергии – покупная и собственная электроэнергия, попутный газ, природный газ, тепло.

Эффекты работы

- Снижение трудозатрат на планирование и мониторинг мероприятий по энергоэффективности.
- Повышение качества планирования и мониторинга энергетических/технологических показателей, расчет потенциалов повышения энергоэффективности.
- Сокращение материальных затрат за счет выявления факторов, влияющих на энергопотребление.
- Снижение удельного расхода электроэнергии (далее – УРЭ) за счет раннего внедрения мероприятий по энергоэффективности.

Функциональность системы

- Автоматизация алгоритмов планирования/мониторинга энергопотребления, программ энергоэффективности и выбросов CO₂ в энергетике.
- Анализ отклонений энергетических показателей, расчет потенциала энергосбережения с подбором компенсационных мер.
- Автоматизация распределения э/э по процессам.
- Расчет факторного анализа отклонений УРЭ, отчет энергоанализа о расходах ТЭР. Построение аналитических панелей (дашборд) специалиста.
- Методическое обеспечение процессов энергоменеджмента по стандарту ИСО 50001.

ЦИФРОВОЕ ЗРЕНИЕ

Цели работы

- Повышение эффективности организации ТОиР ВЛ за счёт:

- снижения затрат (ресурсов и времени) на проведение состояния ВЛ относительно стандартных визуальных и инструментальных методов;
- снижения рисков экономического ущерба благодаря заблаговременному выявлению дефектов и технических нарушений потенциально аварийного характера.

Эффекты работы

Сокращение ущерба от аварийных отключений и снижение операционных затрат на ТОиР сетевого электрооборудования.

Функциональность системы

- Автоматическое формирование документации по использованию воздушного пространства и полетного задания для БВС.
- Анализ диагностической информации с БВС нейронной сетью (автоматическое обнаружение дефектов (базовый перечень), их выборка и приоритизация).



- Автоматическое формирование аналитической отчетности по результатам диагностики ВЛ и направление ее в УППРЭ БРД.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ЭНЕРГЕТИКИ

Цели работы

- Создание единого цифрового пространства для консолидации потоков данных в энергетике и их интеграции со смежными системами компании.
- Разработка цифрового помощника по решению оперативных инженерных задач в энергетике.
- Создание системы поддержки принятия стратегических решений по развитию энергосистемы БРД.

Эффекты работы

- Повышение качества, доступности данных в части энергетики.
- Ускорение процесса внедрения проектов инжиниринга, реинжиниринга в части энергетики.
- Снижение эксплуатационных затрат при реализации тех. проектов с помощью системы в части энергетики.

Функциональность системы

Инструмент поддержки принятия решений для задач стратегического планирования и оперативного мониторинга развития энергетического комплекса БРД:

- Формирование детализированных бизнес-планов блока энергетики во взаимосвязи с планами по развитию активов.
- Формирование проекта обеспечения энергией нового и существующего актива во взаимосвязи с планами БРД по строительству, капитальному ремонту, обслуживанию.
- Комплексная программа надежности: формирование, мониторинг и контроль исполнения, анализ результатов.
- Верификация реализуемости и эффективности оптимизационных мероприятий на моделях энергосистем.
- Представление единообразной и комплексной информации об энергосистеме БРД для пользователей всех уровней.

ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ (ЦУЭС)

Цели работы

■ Повышение операционной эффективности за счет создания единого центра аналитики и принятия решений, на основе данных в энергетике, синхронизации планирования, тиражирования лучших практик за счет интеграции энергетических компетенций в кросс-функциональные команды.

■ Предоставление качественных актуальных данных функции «Энергетика» за счет интеграции с ИТ-ландшафтом.

■ Управление потенциалом и оптимумом энергосистем за счет взаимодействия со смежными функциями.

Эффекты работы

• Снижение CAPEX (англ. Capital Expenditure), или капитальные затраты, – показатель инвестиционной деятельности предприятия) на покупку оборудования при вводе новых мощностей, в т. ч. реинжиниринг.

• Снижение затрат на покупку энергоресурсов.

• Сокращение затрат на привлечение сторонних исполнителей при разработке НМД в энергетике.

Функциональность системы

• Формирование концепции, организация структуры и функционала секторов центра управления энергосистемой БРД.

• Детализация распределения функционала и роли ЦУЭС в операционной модели актива будущего (Актив-ДО-КЦ).

• Комплексная трансформация существующей процессной модели функции с учетом кросс-функциональных интеграций, принятия решений на основе данных и операционализации цифровых решений.

• Создание единой структуры дашбордов функции «Энергетика», основанной на интеграции с решениями программы цифровая энергетика и продуктами актива будущего.

VR-ТЕХНОЛОГИИ

Цели работы

■ Повышение качества подготовки и уровня квалификации персонала.

■ Сокращение затрат на проведение обучения персонала.

■ Снижение рисков возникновения аварийных ситуаций и травматизма.

■ Сокращение производственных потерь, вызванных неправильными действиями персонала.

■ Повышение компетенций персонала по безопасному выполнению работ (далее – HSE) с помощью визуализации рисков неправильного выполнения операций при работе с электрооборудованием.

Реализовано на данный момент

• Модуль «Осмотр подстанции 110 /35/6 кВ», позволяющий обучить выявлению более 80 дефектов подстанции.

• Модуль «Оперативные переключения» – реализован утвержденный бланк переключений ЭС, позволяющий проводить до 160 операций.

• Обучение и повышение квалификации персонала на базе 4 подразделений ЭС.

Функциональность системы

• Режимы комплекса: обучение, тренировка, экзамен.

• Режим обучения оперативным переключениям по бланку №.

• Моделирование 160 операций по переключению и 80 дефектов при осмотре.

• Выбор СИЗ в начале обучения.

• Звуковое и анимированное отображение дефектов (гул трансформатора, коронирование изоляции).

• Оперативное формирование и создание сценариев обучения, без привлечения сторонних организаций.

• Формирование статистической базы данных для повышения эффективности процесса обучения сотрудников.

Цифровизация позволит сделать новый шаг в энергетике и откроет ранее недоступные двери в решение сложных задач.

В результате можно сказать, что будущее за новыми уникальными технологиями. Необходимо вкладывать ресурсы в разработку собственных цифровых технологий, цифровых аппаратов, цифрового мониторинга и анализа сетей. Все это должно позволить контролировать качество передачи электроэнергии. То есть отслеживать ее параметры и режимы работы оборудования на каждом этапе передачи. Для этого необходимы собственные разработки, которые позволят задать вектор развития для всего рынка цифровой энергетики. Бренд ЕКФ начал и ведет работу в этом направлении, есть определенные наработки. Компания, которая сможет разработать качественные инновационные цифровые решения, станет лидером отрасли и собственником уникальных технологий. Эти технологии дадут импульс для дальнейшего движения в эру цифровой энергетики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ассоциация «Цифровая энергетика» [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.digital-energy.ru/> (дата обращения 20.03.2024).

2. Ведомственный проект «Цифровая энергетика» [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/uploaded/files> (дата обращения 20.03.2024).

3. Науменко, А.П. Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль: учеб. пособие; Минобрнауки России, ОмГТУ. Омск: Издательство ОмГТУ, 2019. 152 с.