

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области. // Развитие электроэнергетики Иркутской области. URL: <https://38.gosstat.gov.ru/storage/media-bank/2024.pdf>. (дата обращения: 09.10.2025).

2. Коновалов, Ю.В. Анализ качества электроэнергии на предприятии / Ю.В. Коновалов, И.И. Воробьев // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2014. № 8. – С. 57-60

3. Каверина Р., Коган Ф., Яковлев Л. Повышение надёжности воздушных линий 35–750 кВ // Комплекс работ и предложений. URL: <http://news.elteh.ru/arh/2007/47/12.php>. (дата обращения: 09.10.2025).

4. Kononov, Y.V. Optimization of power supply system reactive power compensa-

tion at the oil field electrical substation / Y.V. Kononov, D.N. Nurbosynov // 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 - Proceedings. electronic edition. 2017. – С. 8076228.

5. Повреждения опор высоковольтных линий электропередачи // Примеры повреждения ЛЭП. URL: <https://stroystandart.info/index.php?name=pages&op=view&id=1195>. (Дата обращения 09.10.2025 г.)

6. Сравнение характеристик высоковольтных опор // Деревянные, железобетонные и металлические опоры. URL: https://omek.ru/index.php?route=octemplates/blog_article&oc_blog_article_id=117. (дата обращения 09.10.2025 г.).

УДК 621.311

Засухина Ольга Александровна,

доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: olga_a_z@mail.ru

Корпан Вадим Ярославович, Зайцев Станислав Александрович, Ткач Денис Сергеевич,
студенты группы ЭЭ-24-1 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: Thegrimreaperdecadal@gmail.com

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗ ДАННЫХ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Zasukhina O.A., Korpan V.Ya., Zaitsev S.A., Tkach D.S.

PROBLEMS OF USING DATABASES IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

Аннотация. Рассмотрены назначение, виды, технологии, методы и проблемы использования баз данных в электроэнергетике.

Ключевые слова: базы данных, программный комплекс, электроэнергетика, цифровизация, консолидация данных, структурирование, автоматизация.

Abstract. The purpose, types, technologies, methods, and problems of using databases in the electric power industry are considered.

Keywords: databases, software complex, electric power industry, digitalization, data consolidation, structuring, and automation.

Базы данных (БД) используются в электроэнергетике для структурирования и организации информационных потоков, связанных с мониторингом, управлением и анализом данных в энергосистемах [1]. Это позволяет:

- хранить данные о состоянии оборудования, параметрах сети, результатах ремонтов и проверок;
- интегрировать информацию из различных источников, чтобы исключить дублирование данных;

- использовать специализированные системы управления базами данных (СУБД) для управления большими потоками информации.

Для служб режимов энергосистем в электроэнергетике используются базы данных, которые содержат информацию о нагрузках, перетоках мощности, потерях мощности и электроэнергии, параметрах работы энергосистем, оборудовании и процессах, связанных с управлением режимами. Эти базы данных используются в автоматизи-

зированных системах диспетчерского управления (АСДУ) для сбора данных и диспетчерского управления режимами.

Виды баз данных, которые используются в АСДУ:

- оперативная БД — основная база для хранения расчётных схем и данных последних режимов.
- архивная БД — база для хранения данных посчитанных режимов.
- БД системы оповещения — база для хранения информации о событиях, связанных с режимами, например, о перетоках мощности, напряжениях узлов.

Также в БД могут храниться:

- данные телеметрии — информация о непрерывно изменяющихся параметрах режима (например, частоте, напряжениях узлов);
- данные о состоянии оборудования — информация от подстанционных средств и подсистем мониторинга;
- данные регистрации аварийных событий и процессов — в том числе от микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) и противоаварийного управления.

Базы данных для АСДУ должны обеспечивать:

- хранение и предоставление версий цифровой информационной модели электрической сети на любой момент времени для ретроспективного анализа.
- создание вариантов цифровой информационной модели в процессе подготовки её изменений.
- верификацию цифровой информационной модели или её фрагментов.
- импорт и экспорт цифровой информационной модели или её фрагментов.
- слияние информационных моделей или их фрагментов.

Для работы с базами данных в АСДУ используются:

- Программные комплексы для моделирования, анализа и планирования электроэнергетических режимов PowerFactory. Доступны локальные или серверные базы данных, есть расчётные модули для расчёта установившихся режимов и управления сложными системами в режиме реального времени.
- Специализированные графические редакторы — позволяют рисовать однолинейную схему сети, создавать расчётную мо-

дель, задавать режим сети (включение, отключение коммутационных аппаратов) и заполнять базу данных.

Базы данных для служб РЗА — содержат базы данных и программные комплексы для служб релейной защиты и автоматики в электроэнергетике:

- Программный комплекс «Служба РЗА». Обеспечивает централизацию информации службы и филиалов, автоматизацию электротехнических процессов. В базе данных хранятся параметры первичного оборудования, установленные устройства РЗА, даты их установки и проверок.

- Подсистема «Анализ» в АСУ ремонтами электрооборудования (АСУРЭО). Предназначена для сбора, учёта и систематизации информации о технологических нарушениях и авариях в работе устройств и систем РЗА и противоаварийной автоматики. Позволяет вести учёт правильных срабатываний, технических неисправностей и неверных действий персонала.

- Программный комплекс «Анализ 2009». Обеспечивает ведение базы данных количественного учёта устройств (комплексов) РЗА и реализованных в них функций РЗА, результатов анализа и оценки их работы, формирование отчётной информации о функционировании РЗА.

- Программно-вычислительный комплекс (ПВК) «АРУ (автоматизация расчёта уставок) РЗА». Предназначен для решения прикладных задач по расчёту токов короткого замыкания, выбора уставок устройств РЗА, проверки электроэнергетического оборудования.

Для службы подстанций в электроэнергетике используются специализированные базы данных, которые содержат информацию о состоянии оборудования, результатах ремонтов и проверок, хромографическом анализе энергетических масел и других данных. Такие базы данных могут быть отечественными и зарубежными.

Отечественные решения:

- Программный комплекс «РТП 3». Использует единую базу данных по схемам и нагрузкам сети для решения задач: оценки режимных параметров электрической сети, нормирования технологических потерь электроэнергии, мониторинга уровня потерь электроэнергии и других.

Возможности «РТП 3»:

- оглавление базы данных по элек-

трическим сетям, где можно найти нужный фидер по принадлежности к району, номинальному напряжению, подстанции;

- ввод расчётной схемы на основе нормальной оперативной схемы сети, элементы сети — узлы (центры питания, генераторы, отпайки, трансформаторы) и линии (провода, кабели, соединительные линии);

- хранение результатов расчётов в сводных таблицах, где они суммируются по центрам питания, районам электрических сетей и сетевой компании в целом.

- Система «АСУРЭО» от «СМС-Информационные технологии». Предназначена для организации технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования на всех уровнях технической эксплуатации.

В качестве источников для баз данных в электроэнергетике используются:

- Данные интеллектуальных приборов учёта (Smart Metering) — предоставляют информацию о потреблении электроэнергии в режиме реального времени.

- Данные SCADA-систем — собирают и обрабатывают данные о состоянии электроэнергетической сети, обеспечивают оперативный контроль и управление.

- Рыночные данные — информация о ценах на электроэнергию, объёмах торгов и прогнозах спроса.

- Данные о погоде — важны для прогнозирования нагрузки на сеть и планирования работы электростанций, особенно использующих возобновляемые источники энергии (солнечные и ветряные).

Технологией обработки в базах данных электроэнергетики используется консолидация данных — извлечение данных из разных источников, преобразование в единый формат и загрузка в хранилище данных. Консолидация данных в электроэнергетике — это процесс объединения информации из разнородных источников в единое информационное пространство, что позволяет использовать данные для решения задач управления объектами электроэнергетики. Это может относиться к данным, собираемым с информационных систем электросетевых компаний, интеллектуальных систем учёта и других источников.

Целями использования баз данных являются [2]:

- Повышение эффективности управления за счёт интеграции данных, которые

ранее были рассредоточены по системам.

- Оперативная визуализация и анализ ключевых показателей эффективности (KPI), связанных с бизнес-процессами генерации и распределения энергоресурсов.

- Интеграция текущих и исторических данных.

- Обеспечение однородности данных в организации, поддержка корпоративных стандартов.

Задачами использования баз данных являются:

- Создание централизованного хранилища данных (data warehouse). Это позволяет интегрировать приложения, бизнес-процессы и взаимодействие пользователей, готовить отчётность и проводить сложный финансово-экономический и технологический анализ.

- Автоматизация рутинных процессов консолидации, например, сбора данных из учётных систем и электронных таблиц, проверки, централизованного хранения и консолидации данных.

- Автоматизация информационного обмена с системами в электроэнергетике и подчинёнными им системами.

Методами использования баз данных являются:

- Использование информационных моделей. Они позволяют централизовать данные, собирать, хранить и организовывать доступ, а также визуализировать данные. Системы автоматизированного проектирования (САПР) создают информационные модели для поддержки управления объектом электроэнергетики на разных этапах жизненного цикла.

- Применение специализированных инструментов для консолидации данных из различных систем-источников. Системы, которые позволяют консолидировать технологическую информацию из систем АСУ технологического процесса (ТП), систем учёта, систем телемеханики.

Программным обеспечением реализации консолидации данных в электроэнергетике являются:

- Программный комплекс «Консолидация данных» — разработан компанией «ИСЕРВ» для накопления информации из информационных систем электросетевого холдинга ПАО «Россети». Информация накапливается в комплексе и организуется так, что к ней можно осуществлять быстрый

доступ из систем и предоставлять в согласованных форматах.

- Информационная платформа «Дельта-К» — специализированное программное обеспечение для консолидации технологической информации из различных систем-источников. Позволяет строить распределённую систему, где сбор и обработка данных могут производиться на отдельных узлах, а консолидация — на одном или нескольких серверах баз данных.

- Анализ больших данных (Big Data) — использование алгоритмов машинного обучения, обученных на исторических данных о потреблении электроэнергии, погодных условиях и других факторах, для прогнозирования нагрузки на энергосистему.

Использование баз данных в электроэнергетике сталкивается с рядом проблем, которые связаны с техническими, организационными, законодательными аспектами и безопасностью данных. Эти проблемы связаны с внедрением современных технологий для повышения эффективности и надёжности энергосистем, но требуют комплексного решения [3-5].

Технические проблемы:

- Совместимость существующих оборудования и программного обеспечения с новыми цифровыми решениями.

- Разнообразии стандартов и протоколов. Это затрудняет обмен данными и взаимодействие между различными системами.

- Разрозненность и фрагментированность данных. Разные подразделения могут не иметь доступа к данным друг друга, что мешает развитию аналитики больших данных.

- Инфраструктурный барьер. Объём и сложность обрабатываемых данных требуют мощной и масштабируемой вычислительной инфраструктуры, но строительство дата-центров в энергетике не очень активно.

Организационные проблемы:

- Недостаток квалифицированных специалистов в области информационных технологий и цифровых решений. Многие

компании сталкиваются с нехваткой кадров, готовых оперативно адаптироваться к изменениям в сфере цифровизации.

- Сопротивление изменениям со стороны сотрудников. Это может стать барьером на пути внедрения новых практик и технологий.

- Необходимость инвестирования значительных средств в информационные технологии, что требует проработки эффективной стратегии финансирования. Традиционно компании не готовы выделять необходимые ресурсы для старта или масштабирования цифровых инициатив.

Законодательные проблемы:

- Отсутствие единых отраслевых моделей данных и стандартов сбора и верификации данных. Это затрудняет внедрение новых технологий, так как элементы системы не могут взаимодействовать друг с другом.

- Отсутствие открытых наборов реальных обезличенных данных. Это мешает развитию аналитики больших данных, так как нет стимулов и мотивации для взаимовыгодного обмена данными, методиками и результатами прогнозирования.

Проблемы безопасности:

- Уязвимости в протоколах обмена данными и программном обеспечении. Многие протоколы, используемые в энергетике (например, Modbus, DNP3), изначально не были разработаны с учётом современных требований к безопасности.

- Незащищённая передача данных — данные передаются в открытом виде, что позволяет злоумышленнику перехватывать и изменять их.

- Уязвимости в программном обеспечении — программное обеспечение SCADA-систем и контроллеров часто содержит уязвимости, которые могут быть использованы для получения несанкционированного доступа к системе.

Для решения проблем необходимо применять комплексный подход, сочетающий технические, организационные и криптографические методы защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Засухина О.А. Системы управления базами данных в современных реалиях / Засухина О.А., Ершов Е.В. // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2022. № 9. С. 217-218.1

2. Засухина О.А. Популярное на российском рынке системы управления базами данных / Засухина О.А., Зайцев Д.А., Шалашова Ю.В., Михалев А.В. // Современные технологии и научно-технический прогресс.

2023. № 10. С. 103-104.

3. **Засухина О.А.** Технология обработки больших данных (BIG DATA) / Засухина О.А., Ершов Е.В., Головатюков Л.К., Шитенков Г.А. // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2022. № 16. С. 98-100.

4. **Абрамович, Б.Н.** Выбор способа пуска синхронного двигателя используемого в качестве потребителя регулятора / Б.Н. Абра-

мович, Д.А. Устинов, Ю.В. Коновалов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 6. – С.1-9.

5. **Коновалов, Ю.В.** Моделирование координатных преобразований в электромеханических системах с учётом пространственного положения ротора / Ю.В. Коновалов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 12(59). – С. 234-240.

УДК 621.311

к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: yrvaskon@mail.ru

Калинин Евгений Андреевич, студент группы ЭАПЭб-22-1, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», e-mail: kalininevgenii1597824@gmail.com

СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Konovalev Yu. V., Kalinin E. A.

STATUS AND FORECASTS OF USE OF ENERGY STORAGE SYSTEMS

Аннотация. Представлен обзор эффективных систем аккумуляции произведенной электроэнергии, которые устраняют недостаток возобновляемых источников энергии, заключающийся в непостоянстве выдаваемой ими мощности, обусловленной природными особенностями таких источников. Обоснованы прогнозы использования систем накопления энергии в мире.

Ключевые слова: обзор, системы накопления энергии, возобновляемые источники энергии, прогноз.

Abstract. An overview of efficient systems for accumulating produced electricity is presented, which eliminate the disadvantage of renewable energy sources, consisting in the variability of the power they produce, due to the natural characteristics of such sources. Forecasts for the use of energy storage systems in the world are substantiated.

Keywords: review, energy storage systems, renewable energy sources, forecast.

Современным и перспективным направлением развития электроэнергетики являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Одним из недостатков генерации электроэнергии с помощью ВИЭ является непостоянство выдаваемой мощности, что обусловлено природными особенностями таких источников [1-3].

Преодоление этой проблемы может быть решено применением эффективных систем накопления энергии (СНЭ).

Системы накопления энергии могут быть применены для решения широкого спектра задач. СНЭ могут применяться как источники бесперебойного питания [4], они могут накапливать, хранить длительное время и отдавать в сеть в нужный момент избы-

точную электроэнергию. Эта способность СНЭ используется для поддержки работы электростанций на ВИЭ.

Также с помощью СНЭ можно практически безынерционно управлять балансом активной мощности по любому заданному алгоритму в соответствии с решаемой задачей.

Таким образом, широкое внедрение СНЭ в электроэнергетику при достижении ими мощности и емкости, востребованной в Единой энергетической системе (ЕЭС) России, помогут решать многие задачи регулирования и управления, в том числе противоаварийного.

ГАЭС представляет собой электростанцию, имеющую два водоема, располо-