

## РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИЕЙ

Шевчик Вячеслав Игоревич, [Kiwi4ik@yandex.ru](mailto:Kiwi4ik@yandex.ru)

### **Аннотация:**

В статье рассматривается разработка модуля автоматизированной системы управления трансформаторной подстанцией, с акцентом на архитектурные и функциональные аспекты. Особое внимание уделено применению нейронных сетей для анализа данных и прогнозирования неисправностей, что способствует повышению надежности и эффективности работы оборудования. Описываются ключевые этапы проектирования модуля, включая разработку алгоритмов автоматизированного управления и подходы к визуализации данных для операторов. Рассматриваются возможности интеграции современных технологий для улучшения управления технологическими процессами. Работа демонстрирует потенциал внедрения передовых решений в автоматизацию трансформаторных подстанций для обеспечения их стабильной и безопасной эксплуатации.

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, трансформаторная подстанция, технология, надежность, сети, мониторинг, безопасность.

Современные трансформаторные подстанции (ТП), являющиеся ключевыми узлами электрических сетей, обеспечивают надежную и стабильную работу систем электроснабжения всех потребителей электроэнергии. Вместе с тем, традиционные системы управления, которые еще используют устаревшие технологии, часто оказываются неспособными удовлетворить потребности в гибкости и быстром реагировании на изменяющиеся процессы, режимы работы и т. д. В этой связи возникает необходимость в переходе на интеллектуальные системы управления, которые исключают влияние так называемого человеческого фактора, автоматизируют сложные и повторяющиеся процессы, а также позволяют принимать решения в реальном времени. Системы управления использующие элементы искусственного интеллекта (ИИ) на подстанциях, позволяют существенно повысить точность прогнозирования, повысить качество мониторинга и обеспечить более эффективную работу оборудования [1].

Как одно из важнейших звеньев энергосистемы, ТП обеспечивают надежную передачу и распределение электроэнергии. Но, так как сложность сетей постоянно возрастает и растет нагрузка на них, то требуются оперативное реагирование на возможные неисправности, что требует внедрения новых технологий управления [2].

Автоматизированные системы управления (АСУ) предоставляют новые возможности для оптимизации процессов, повышения надежности и безопасности эксплуатации. Введение модульного подхода к разработке таких систем, позволяет улучшить адаптивность решений, их интеграцию в существующую инфраструктуру и последующую модернизацию.

Одним из ключевых аспектов является использование нейронных сетей для анализа данных и прогнозирования. Эти технологии способны выявлять

аномалии, прогнозировать потенциальные сбои и оптимизировать работу оборудования, что существенно снижает эксплуатационные риски.

Цель выполненного исследования является формирование концепции разработки модуля автоматизированной системы управления ТП, описание его архитектурных особенностей и функциональных возможностей, а также оценка роли современных технологий в автоматизации процессов.

Разработка модуля АСУ направлена на обеспечение надежности, эффективности и безопасности работы ТП. Основное внимание уделено проектированию архитектуры системы, которая включает сбор данных, их анализ, автоматизацию управления и визуализацию для операторов. Важным элементом модуля является аналитический блок, использующий нейронные сети для обработки данных, прогнозирования неисправностей и оптимизации работы оборудования. Эти технологии позволяют выявлять аномалии, прогнозировать сбои и формировать рекомендации для операторов, что значительно повышает устойчивость системы.

Архитектура модуля организована таким образом, что позволяет обеспечить гибкость и возможность интеграции с существующими системами управления [3]. Она включает подсистемы для сбора данных с оборудования подстанции, их обработки и анализа, а также для автоматизированного принятия решений и взаимодействия с пользователем. Модульный подход гарантирует масштабируемость системы и её адаптацию к условиям эксплуатации.

На рисунке 1 представлена архитектура модуля АСУ, где отражено взаимодействие основных компонентов, включая SCADA-систему, аналитический модуль, модуль принятия решений и исполнительные устройства.

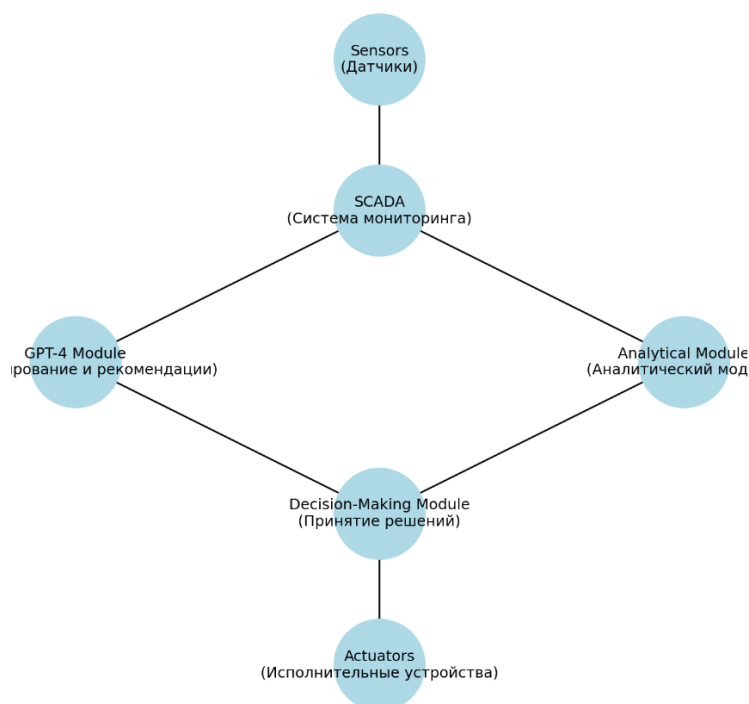


Рисунок 1 – Архитектура модуля АСУ

Процесс обработки данных, начиная от их поступления и заканчивая формированием выходных команд, представлен на рисунке 2. Схема отражает ключевые этапы: применение модуля правил, анализ в подсистеме машинного обучения и генерацию оптимизационных команд.

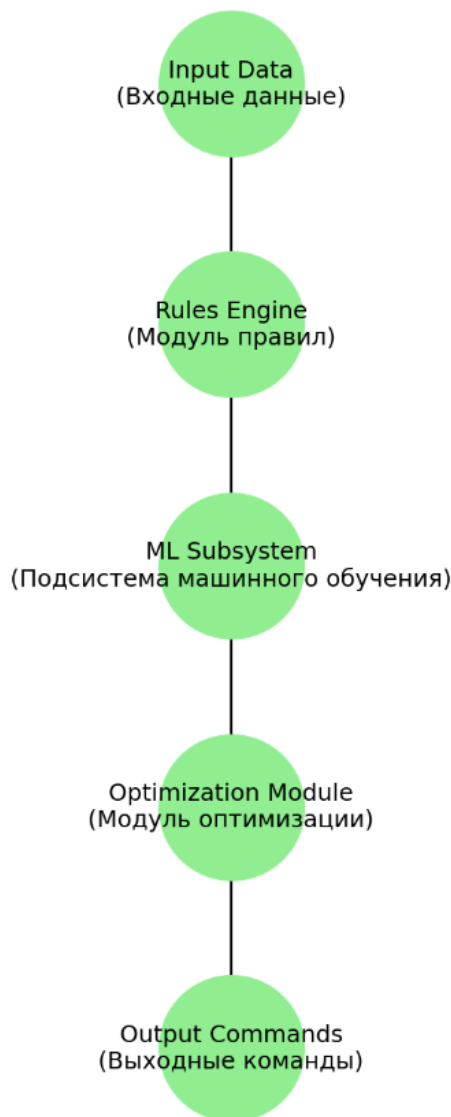


Рисунок 2 - Модуль принятия решений GPT

Разработка модуля АСУ ТП демонстрирует потенциал внедрения современных технологий в управление энергетическими объектами. Интеграция таких решений обеспечивает стабильность работы подстанции, минимизирует риски аварий и упрощает процесс управления. Дальнейшее развитие системы возможно за счет расширения её функциональных возможностей и интеграции с новыми технологиями, что делает её перспективным инструментом для повышения эффективности энергосистем.

Разработка модуля АСУ ТП демонстрирует значительный потенциал современных технологий для повышения надежности, эффективности и безопасности управления энергетическими объектами. Архитектура модуля, основанная

на модульном подходе, обеспечивает гибкость и возможность интеграции с существующими системами управления, что позволяет адаптировать решения к различным условиям эксплуатации.

Применение нейронных сетей в аналитическом блоке модуля позволяет эффективно обрабатывать данные, прогнозировать неисправности и оптимизировать работу оборудования. Это способствует снижению эксплуатационных рисков, сокращению времени простоя и повышению общей устойчивости системы [4].

Также необходимо отметить тот факт, что внедрение АСУ ТП обеспечит возможность мониторинга и контроля электрической сети в режиме реального времени, что позволит повысить ее управляемость, эффективность и надежность.

В качестве примера можно рассматривать разработку мероприятий по повышению надежности системы электроснабжения на основе внедрения АСУ распределительной ТП. Речь идет о корректировке колебания напряжения на короткий период времени посредством применения динамического компенсатора искажения напряжения (ДКИН). Т.е., известно, что низкое качество электроэнергии (до 90% случаев) связано с падением напряжения на различные уровни и различную длительность по времени. Предложенная схема ДКИН интегрирована в локальную АСУ, а для обеспечения информационного обмена с внешними системами (стандарты IEC 61850, 61968, 61970) и управления работой цифровой подстанции используется цифровой измерительный преобразователь [5].

Ещё одним ключевым преимуществом автоматизации является возможность оптимизировать работу подстанций для повышения эффективности и снижения потерь энергии. Анализируя данные, поступающие в режиме реального времени с оборудования подстанций, операторы могут выявлять возможности для оптимизации передачи и распределения энергии, сокращая потери энергии и повышая общую эффективность. Этого можно добиться с помощью расширенной аналитики и алгоритмов машинного обучения, которые могут выявлять закономерности и тенденции в данных подстанций.

Автоматизация также повышает безопасность работы подстанций, снижая риск ошибок и сводя к минимуму необходимость ручного вмешательства. Автоматизируя рутинные задачи и обеспечивая мониторинг и контроль оборудования подстанций в режиме реального времени, операторы могут снизить риск несчастных случаев и травм и повысить общую безопасность.

Получая и анализируя данные с оборудования подстанции в режиме реального времени, операторы могут выявлять потенциальные неисправности и планировать техническое обслуживание до их возникновения, сокращая время простоя и повышая общую надёжность. Кроме того, это позволяет осуществлять дистанционный мониторинг и управление оборудованием подстанции, сокращая необходимость в посещении объекта и улучшая время реагирования. Это может быть особенно полезно для подстанций, расположенных в отдалённых или труднодоступных районах, где посещение объекта может быть затруднено или вообще невозможно.

Важным фактором является и то, что всё связанное с внедрением АСУ ТП позволяет создать платформу для интеграции нескольких систем и устройств

подстанции, а это, в свою очередь, обеспечит бесперебойную связь и обмен данными между различными системами. В результате повысится общая эффективность и надёжность подстанции, а также будет заложена прочная основа для создания новых интеллектуальных сетей.

### Список используемой литературы

1. Мусина, Л. Ф. Внедрение интеллектуальных систем управления для автоматизированных подстанций / Л. Ф. Мусина // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 6, № 9(150). – С. 121-128. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.09.06.014. – EDN QDVOCР.
2. Бабаев, С. И. Технологии, стандарты и протоколы вычислительных сетей / С. И. Бабаев. — Москва: Наука, 2021. — 144 с. — ISBN: 978-5-9221-4095-4. — Текст: электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439760>.
3. Глазырин, М. В. Автоматизированные системы управления тепловых электростанций: учебное пособие / М. В. Глазырин. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 256 с. — ISBN: 978-5-8114-3092-1. — Текст: электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306092>.
4. Искусственные нейронные сети: Учебник для вузов / Под ред. А. И. Иванова. — Москва: Инфра-М, 2021. — 384 с. — ISBN: 978-5-9729-0362-0. — Текст: электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/447392>.

### Информация об авторах

Шевчик В. И. – студент группы 8Э(з)-21, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### Научный руководитель

Сташко В. И. – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

