

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ
БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»
КеАҚ



КӨЛІК-ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



**«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XIV ХАЛЫҚАРАЛЫҚ
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»**

**PROCEEDINGS OF THE XIV INTERNATIONAL SCIENTIFIC- PRACTICE
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»**

Астана, 2026

УДК 656:620.9

ББК 65.37+65.305.1

A43

Редакционная коллегия:

Председатель – Талтенов А.А., член Правления – Проректор по науке и коммерциализации, д.х.н., профессор; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., ассоциированный профессор; Тлепиева Г.М. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», к.т.н., доцент; Тогизбаева Б.Б. – заведующая кафедрой «Транспортная инженерия», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Жумажанов С.К. – заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент; Садыкова С.Б. – заведующая кафедрой «Теплоэнергетика», PhD, доцент.

A43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: XIV Международная научно-практическая конференция, 19 марта 2026г. / Подгот. А.А. Талтенов, У.Ш. Кокаев, Г.М. Тлепиева – Республика Казахстан, г.Астана, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2026. – 632 с.

ISBN 978-601-385-216-4

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 19 марта 2026 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам логистики, организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

ISBN 978-601-385-216-4

УДК 656:620.9
ББК 65.37+65.305.1

© НАО «ЕНУ имени Л.Н. Гумилева», 2026

**Секция 5 «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ»**

Азмуханбетов Б.Т. ТҰРАҚТЫ ТОК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ПИД-РЕТТЕГІШТЕРДІ ГЕНЕТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМ ЖӘНЕ ФАЗЗИ-ЛОГИКА АРҚЫЛЫ ОҒТАЙЛАНДЫРУ	565
Айсанов А.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	569
Ашимов Д.Е. МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ И ИХ АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	575
Әлімқазы Ш., Нұржанова А.Б. ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ТОЛҚЫНДАР. ТЕОРИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.	579
Багиров И.Я. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ К РАСЧЕТАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	584
Гайнуллина Д.А. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ-НАПРЯЖЕНИЯ	590
Ғизат М.Н. АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА ОРТАЛЫҚ ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІНЕ ҚОСЫЛМАЙТЫН ТІК ЖЕЛІ ТУРБИНАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ЖЕРГІЛІКТІ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬДЕРДІ ЗАРЯДТАУ СТАНЦИЯСЫН ЖОБАЛАУ	593
Зуев Д.Н. МЕТОДЫ КОМПЕНСАЦИИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ	596
Қайратов А.К. ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4–35 кВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНО КОРРЕКТНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	601
Қостанаев Ә.Д. 0,4 КВ ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ	605
Ниязов Б.Ш. СОЦИАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ПЕРЕХОДА К ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ В КАЗАХСТАНЕ	609
Сағиев Т.А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ SSB	614
Сейткалиева М.С. АУЫСПАЛЫ ЖІЛІКТІ ЖАҒАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНЕ БІРІКТІРУ	619
Социал Б.Қ. ЖОҒАРЫ ТОК ГАРМОНИКАСЫН БАСУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ	622
Уаханова К.Б. ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА КҮН-ЖЕЛІ ГИБРИДТІ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ	628

потерям выработанной энергии (curtailment), снижающим эффективность и надёжность энергосистем.

Анализ реальных проектов и моделирование показывают, что комплексное применение современных технологий позволяет решать эти проблемы.

Реальные кейсы, такие как Калифорния (CAISO) [3], Hornsdale Power Reserve в Австралии [4] и пилотные проекты в Китае [5], демонстрируют, что внедрение этих технологий:

- сокращают потери энергии;
- увеличивают долю реально использованной солнечной и ветровой генерации;
- повышают надёжность и устойчивость энергосистем;
- делают возможным масштабное внедрение ВИЭ без ущерба для стабильности сети.

Таким образом, комплексное использование систем накопления энергии, гибридных систем и интеллектуальных сетей является ключевым инструментом для обеспечения устойчивого и эффективного развития мировой энергетики с высокой долей возобновляемых источников энергии.

Список использованных источников

1. International Energy Agency (IEA). Renewables 2022 – Renewable Electricity Report. Paris: IEA, 2022. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2022/renewable-electricity>
2. PV Magazine. Solar generation grew by 30% in 2024, says IEA. 2025. URL: <https://www.pv-magazine.com/2025/02/20/solar-generation-grew-by-30-in-2024-says-iea>
3. California ISO (CAISO). Special Report on Battery Storage. May 29, 2025. URL: <https://www.aiso.com/documents/2024-special-report-on-battery-storage-may-29-2025.pdf>
4. Aurecon Group. Hornsdale Power Reserve Impact Study. 2020. URL: <https://www.aurecongroup.com/-/media/files/downloads-library/thought-leadership/aurecon-hornsdale-power-reserve-impact-study-2020.pdf>
5. Reuters. China's renewable capacity soars, utilisation lags. 2025. URL: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/chinas-renewable-capacity-soars-utilisation-lags-data-show-2025-08-05>
6. NREL / Denholm, P. Energy Storage and Integration of Renewable Energy: Reducing Curtailment. 2017. URL: <https://docs.nrel.gov/docs/fy17osti/68960.pdf>
7. IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2024. Abu Dhabi: IRENA, 2025. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Jul/IRENA_TEC_RPGC_in_2024_2025.pdf
8. Wikipedia. Solar energy / Wind energy. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy, https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power
9. 080226 Отчет по электроэнергетике МЭА Electricity_2026 русс.pdf file:///C:/Users/Admin/AppData/Local/Packages/5319275A.51895FA4EA97F_cv1g1gvanyjgm/Local State/sessions/5D5AD5BE78EC5D01271BC1FC532C7FA48C05029B/transfers/2026-09/080226%20Отчет%20по%20электроэнергетике%20МЭА%20Electricity_2026%20русс.pdf

УДК 621.311

ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4–35 кВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНО КОРРЕКТНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Кайратов Асет Кайратович
kairatovaset2706@gmail.com

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются возможности интеграции методов искусственного интеллекта в процесс проектирования электрических сетей напряжением 0,4–35 кВ. Обоснована актуальность автоматизации формирования проектной документации и снижения вероятности инженерных ошибок. Предложена архитектура интеллектуальной системы, включающая модули оцифровки однолинейных схем, извлечения параметров, выполнения расчётов, нормативной проверки и генерации пояснительной записки. Показано, что интеграция технологий компьютерного зрения, методов машинного обучения и моделей генерации текста позволяет повысить эффективность проектирования и обеспечить нормативную корректность документации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация проектирования, электрические сети 0,4–35 кВ, однолинейные схемы, нормативная проверка, генерация проектной документации, СП РК, ПУЭ.

Целью исследования является разработка концепции интеллектуальной системы, обеспечивающей автоматизированное формирование нормативно корректной проектной документации на основе анализа однолинейных схем и исходных данных.

Проектирование систем электроснабжения напряжением 0,4–35 кВ осуществляется в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ), государственными стандартами и строительными нормами Республики Казахстан. Требования к составу и оформлению проектной документации, структуре чертежей, применяемым условным обозначениям, ведомостям объёмов работ и спецификациям регламентируются соответствующими СП РК и нормативами в области архитектурно-строительного проектирования. Соблюдение данных требований является обязательным условием прохождения государственной экспертизы и реализации инвестиционно-строительных проектов.

В условиях реализации государственных программ цифровой трансформации экономики и индустриально-инновационного развития Республики Казахстан особую значимость приобретает повышение эффективности инженерного проектирования. Масштабное строительство объектов энергетики, промышленности, транспортной и социальной инфраструктуры сопровождается существенным ростом объёмов проектной документации. Традиционные методы её разработки характеризуются высокой трудоёмкостью, зависимостью от квалификации отдельных специалистов и значительными временными затратами, что может сдерживать темпы реализации стратегически важных проектов.

Современные исследования в области искусственного интеллекта демонстрируют высокий потенциал применения методов анализа графической информации и генеративных моделей для автоматизированного формирования технической документации [1]. Тем не менее интеграция данных технологий непосредственно в процесс проектирования распределительных электрических сетей остаётся недостаточно систематизированной, особенно с учётом национальной нормативной базы и специфики проектирования объектов в условиях Республики Казахстан.

Разработка интеллектуальных систем автоматизированного проектирования электрических сетей способна обеспечить сокращение сроков подготовки проектной документации [2], повышение точности инженерных расчётов и снижение вероятности нормативных несоответствий. Более того, создание отечественных цифровых инструментов проектирования способствует формированию технологической независимости проектной отрасли, уменьшению необходимости привлечения зарубежных специалистов при реализации крупных энергетических и инфраструктурных объектов и укреплению энергетической безопасности страны.

Таким образом, интеграция методов искусственного интеллекта в процесс проектирования электрических сетей 0,4–35 кВ рассматривается как одно из

приоритетных направлений цифровизации строительной отрасли и повышения конкурентоспособности национального инженерного комплекса.

Научная новизна работы заключается в разработке комплексного методологического подхода к интеграции методов искусственного интеллекта в процесс проектирования распределительных электрических сетей напряжением 0,4–35 кВ, основанного на формализации нормативных требований Республики Казахстан и их трансформации в машиночитаемую структуру базы знаний.

В отличие от существующих исследований, ориентированных преимущественно на распознавание графических элементов схем или генерацию отдельных фрагментов технической документации, в работе предложена концепция сквозной интеллектуальной среды проектирования, объединяющей следующие взаимосвязанные уровни [3]:

1. уровень графической интерпретации однолинейных схем и извлечения параметров оборудования;
2. уровень построения цифровой топологической модели электрической сети;
3. уровень автоматизированных инженерных расчётов с учётом нормативных ограничений;
4. уровень нормативной валидации проектных решений на основе формализованных требований СП РК и ПУЭ;
5. уровень генерации текстовой и табличной проектной документации, соответствующей установленным стандартам оформления.

Принципиально новым является представление нормативных требований СП РК и ПУЭ в виде структурированной логико-правилковой модели, позволяющей реализовать механизм автоматической проверки проектных решений по критериям допустимых отклонений напряжения, выбора сечений кабелей, параметров защитных аппаратов, требований надёжности и резервирования. Такой подход переводит нормативную экспертизу из субъективной ручной процедуры в алгоритмизируемый процесс машинной валидации.

Дополнительным элементом новизны является интеграция расчётных алгоритмов и генеративных моделей в рамках единого цифрового контура, что обеспечивает автоматизированное формирование пояснительной записки, ведомости объёмов работ и спецификации оборудования на основе уже проверенной цифровой модели сети. Тем самым создаётся замкнутый цикл: анализ схемы – расчёт – нормативная проверка – генерация документации.

Предложенная методология формирует основу для перехода от частичной автоматизации отдельных операций к интеллектуальному сопровождению проектирования, что существенно снижает вероятность инженерных ошибок и обеспечивает воспроизводимость проектных решений [4].

Предлагаемая архитектура системы включает следующие функциональные блоки: Ввод данных, анализ графика, построение цифровой модели сети, расчётный модуль, генерация документации и выход продукта. Также есть блок с базами данных который участвуют во всех операциях за исключением начального. Общая структура системы представлена на рисунке 1.

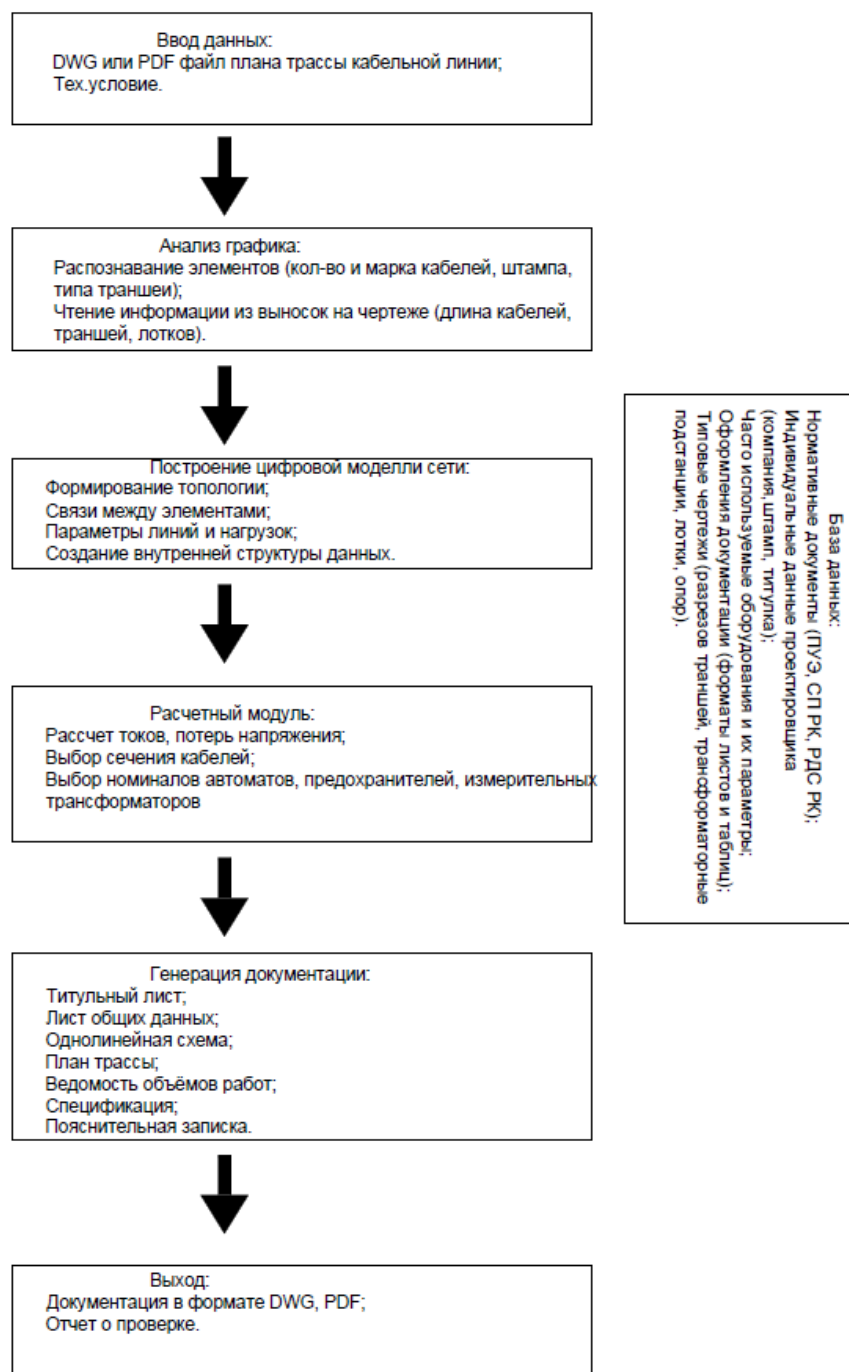


Рисунок 1 – Архитектура интеллектуальной системы автоматизации проектирования

На первом этапе осуществляется распознавание элементов схемы и извлечение характеристик оборудования. На втором этапе формируется цифровая модель сети, позволяющая выполнять расчёты токов короткого замыкания и потерь напряжения. Далее осуществляется проверка полученных решений на соответствие нормативным требованиям. Заключительным этапом является автоматическая генерация пояснительной записки, спецификации и ведомости объёмов работ.

В ряде работ рассматриваются методы автоматического распознавания однолинейных схем с использованием нейронных сетей и алгоритмов YOLO, а также технологии OCR для извлечения текстовой информации из чертежей. Исследования показывают высокую точность распознавания символов и элементов схем, однако

дальнейшая интеграция полученных данных в расчётные и проектные процедуры освещена ограниченно и не соответствуют под Казахстанские нормы.

Отдельное направление связано с применением мультимодальных языковых моделей для генерации технической документации. Тем не менее, существующие решения ориентированы преимущественно на задачи анализа и эксплуатации энергосистем, тогда как вопросы автоматизации формирования полного комплекта проектной документации требуют дополнительных исследований.

Развитие интеллектуальных систем проектирования возможно в направлении распространения на сети напряжением выше 35 кВ, включая подстанции 110–220 кВ, где возрастает сложность расчётов и требований к надёжности [5].

Перспективным является внедрение аналогичных подходов в проектирование систем теплоснабжения, водоснабжения и сетей связи, где также применяется графическая документация и нормативная проверка параметров.

Интеграция ИИ с BIM-технологиями позволит создать единую цифровую платформу проектирования инженерной инфраструктуры.

Интеграция методов искусственного интеллекта в процесс проектирования электрических сетей 0,4–35 кВ позволяет создать интеллектуальную систему, способную существенно сократить трудоёмкость разработки проектной документации и повысить её качество. Перспективы дальнейших исследований связаны с реализацией прототипа системы и проведением экспериментальной оценки её эффективности.

С П И С О К и с п о л ь з о в а н н ы х и с т о ч н и к о в

1. Onabanjo O., Ortega Fernandez F., Díaz Piloñeta M. Analysis of electrical projects from single-line diagrams using generative AI // Proceedings of ICPME. – 2025.
2. Bhanbhro H. et al. Symbol Detection in Single Line Diagrams using Deep Learning Models // International Journal of Advanced Computer Science. – 2023.
3. Yang L. et al. Intelligent Digitization of Substation One-Line Diagrams Based on Computer Vision // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2023.
4. Doris A.C. et al. DesignQA: A Multimodal Benchmark for Evaluating Large Language Models in Engineering Documentation // Journal of Computing and Information Science in Engineering. – 2024.
5. Göpfert J. et al. Opportunities for Large Language Models in Engineering Design // Energy and AI. – 2024.

ӘӨЖ: 621.316.7

0,4 КВ ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Костанаев Әлихан Дастанұлы
akostanaev@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ «Электрэнергетика»
кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі: Саттинова З.К.

Түйіндеме. Бұл мақалада 0,4 кВ үлестіргіш желілеріндегі энергия тиімділігін арттыру мәселелері қарастырылған. Зерттеудің негізгі мақсаты — реактивті қуатты компенсациялау арқылы желідегі шығындарды азайту және қуат коэффициентін (cos) оңтайландыру. MATLAB/Simulink ортасында үш сатылы конденсаторлық қондырғының (УКРМ) имитациялық моделі құрылды. Модельдеу нәтижелері реактивті қуаттың сатылы түрде төмендеу динамикасын және компенсациялау деңгейінің желі параметрлеріне әсерін көрсетті. Сондай-ақ, мақалада асқын