

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВИЭ

М.Ю. Юсуфзода

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

Работа посвящена обзору локальных электроэнергетических систем на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), применяемых для создания системы электроснабжения потребителей, расположенных в удаленных и труднодоступных районах. Рассмотрены нормативные документы, определяющие понятия терминов «Smart Grid» и «Локальной электроэнергетической системы» за рубежом и в пространстве стран, входящих в СНГ. Приведен пример создания иерархии электроэнергетической системы на примере России, а также опыт создания ЭЭС в других странах мира. Показаны компоненты концепции создания «Умной сети». В заключении с учетом нынешнего состояния электроэнергетической отрасли Республики Таджикистан сформулированы основные задачи для дальнейшего рассмотрения и развития локальных электроэнергетических систем на основе ВИЭ.

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система, возобновляемые источники энергии, локальная электроэнергетическая система, умные сети, Smart Grid, нормативные документы.

## ДАР БОРАИ СОХТАНИ СИСТЕМАИ МАҲАЛЛИИ ЭНЕРГИЯИ БАРҚ ДАР АСОСИ МАНБАӢҲОИ ЭНЕРГИЯИ БАРҚАРОРШАВАНДА

М.Ю. Юсуфзода

Дар ин мақола шарҳи муҳтасари системаҳои маҳаллии энергетикӣ дар асоси манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ), ки барои эҷоди системаҳои таъминоти барқ барои истеъмолкунандагоне, ки дар минтақаҳои дурдаст ва душвордастрас ҷойгиранд, истифода мешаванд, пешниҳод шудааст. Ҳуччатҳои меъёрие, ки истилоҳоти "Шабакаи интеллектуалӣ" ва "Системаи маҳаллии энергетикӣ"-ро дар сатҳи байналмилалӣ ва кишварҳои ИДМ муайян мекунад, баррасӣ шудаанд. Мисоли эҷоди иерархияи системаи энергетикӣ барқӣ бо истифода аз Русия ҳамчун мисол, инчунин таҷрибаи эҷоди EPS дар дигар кишварҳо оварда шудааст. Ҷузъҳои консепсияи "Шабакаи интеллектуалӣ" пешниҳод шудаанд. Дар ҳулоса, бо назардошти вазъи кунунии саноати энергетикӣ Ҷумҳурии Тоҷикистон, ҳадафҳои асосии баррасӣ ва рушди минбаъдаи системаҳои маҳаллии энергетикӣ дар асоси МБЭ тартиб дода шудаанд.

**Калидвожаҳо:** системаи энергетикӣ барқӣ, манбаъҳои барқароршавандаи энергия, системаи маҳаллии энергетикӣ барқӣ, шабакаҳои интеллектуалӣ, шабакаҳои интеллектуалӣ, ҳуччатҳои меъерӣ.

## ON THE QUESTION OF CREATING A LOCAL ELECTRIC POWER SYSTEM BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

M.Yu. Yusufzoda

This paper provides an overview of local power systems based on renewable energy sources (RES) used to create power supply systems for consumers located in remote and hard-to-reach areas. Regulatory documents defining the terms "Smart Grid" and "Local Power System" internationally and in the CIS countries are reviewed. An example of creating a hierarchy of an electric power system is provided using Russia as an example, as well as the experience of creating EPSs in other countries. The components of the "Smart Grid" concept are presented. In conclusion, taking into account the current state of the electric power industry in the Republic of Tajikistan, the main objectives for the further consideration and development of local power systems based on RES are formulated.

**Keywords:** electric power system, renewable energy sources, local electric power system, smart grids, Smart Grid, regulatory documents.

В современной мировой энергетической практике одновременно реализуется ряд стратегических направлений, ориентированных на повышение энергоэффективности и обеспечение устойчивого электроснабжения как действующих, так и вновь создаваемых электроэнергетических систем. Одной из ключевых тенденций данной трансформации является развитие высокотехнологичной инфраструктуры электроснабжения на основе концепции Smart Grid. Данный подход предполагает внедрение современных технологий управления, а также формирование децентрализованных или изолированных систем электроснабжения с использованием местных энергетических ресурсов, преимущественно возобновляемых источников энергии. Возрастающая значимость данного направления подтверждается принятием национальных стратегий, нормативно-правовых актов и законодательных инициатив в ведущих индустриально развитых странах.

В Российской Федерации модернизация энергетической отрасли осуществляется с использованием механизмов государственно-частного партнёрства, включая технологическую платформу «Интеллектуальные энергетические системы Российской Федерации». Данная

платформа выступает инструментом координации инновационной деятельности участников электроэнергетического рынка и обеспечивает согласование национальных направлений развития с международной практикой внедрения концепции Smart Grid в США и странах Европейского союза. Концепция Smart Grid принципиально изменяет традиционное понимание электроснабжения, трансформируя его в сервисно-ориентированную модель, в рамках которой потребители выступают не только в роли конечных пользователей, но и активных участников, способных генерировать, аккумулировать и передавать избыточную электрическую энергию в сеть. Таким образом, традиционная иерархическая модель взаимоотношений между поставщиком и потребителем трансформируется в партнёрскую систему, основанную на равноправии и взаимном взаимодействии.

Парадигму Smart Grid концептуально можно сопоставить с глобальной интернет-инфраструктурой ввиду сходства их физической и функциональной архитектуры. Обе системы обеспечивают многомерное взаимодействие участников, включая не только обмен энергией, но и информационные и финансовые транзакции в рамках электроэнергетической системы. Данная интеграционная природа принципиально отличает технологии Smart Grid от традиционных централизованных моделей электроснабжения.

Архитектура сети Интернет построена в соответствии с международно-признанной эталонной моделью взаимодействия открытых систем (OSI), включающей семь иерархических уровней, которые обычно группируются в физический, сетевой и прикладной уровни. Физический уровень обеспечивает техническую среду передачи данных; сетевой уровень регулирует маршрутизацию и механизмы передачи информации; прикладной уровень реализует программное управление и координацию информационного обмена между узлами сети. Такая многоуровневая структура обеспечивает масштабируемость, совместимость и функциональную интеграцию системы.

Благодаря универсальности методологической структуры модель OSI может быть адаптирована для описания организации современных электроэнергетических систем. В условиях Smart Grid физический уровень соответствует линиям электропередачи, трансформаторам и интеллектуальному электротехническому оборудованию, обеспечивающему передачу электрической энергии. Сетевой уровень отражает многоуровневые процессы транспортировки электроэнергии между источниками генерации и потребителями. Прикладной уровень включает цифровые системы управления, осуществляющие мониторинг, учет, тарифное регулирование и оптимизацию потоков электроэнергии в режиме реального времени с учетом вариабельности генерации и динамики нагрузки.

Анализ международного опыта показывает, что в большинстве развитых стран электроэнергетические системы по своей структуре подразделяются на объединённые и территориально изолированные типы. Объединённые системы формируются в результате технологического объединения нескольких энергосистем, функционирующих под единым диспетчерским управлением при сохранении административной автономии. В противоположность этому территориально изолированные системы функционируют в географически определённых границах, установленных на государственном уровне, и не имеют технологической связи с единой энергетической системой.

Рост доли возобновляемых источников энергии в национальных энергетических балансах стимулировал развитие моделей распределённого энергоснабжения. Использование локально доступных энергетических ресурсов, расположенных в непосредственной близости от потребителей, позволяет существенно снизить потери при передаче электроэнергии, капитальные затраты на развитие сетевой инфраструктуры и общую протяжённость линий электропередачи. Данный процесс отражает глобальную тенденцию к децентрализации и повышению гибкости электроэнергетических систем.

На нижнем иерархическом уровне базовой структурной единицей организации электроснабжения выступает локальная энергетическая система, включающая источники генерации, системы накопления энергии, а также физический и сетевой уровни инфраструктуры. Современные локальные системы дополнительно интегрируют прикладной уровень, обеспечивающий автоматизированное управление режимами работы и оптимизацию энергетических потоков. В Российской Федерации иерархия систем электроснабжения нормативно классифицируется на

федеральный, региональный, районный и локальный уровни в соответствии с действующими нормативными документами [4]. Федеральный закон «Об электроэнергетике» также закрепляет понятия Единой энергетической системы России, технологически изолированных территориальных систем и объектов микрогенерации, формируя правовую основу многоуровневой организации отрасли.

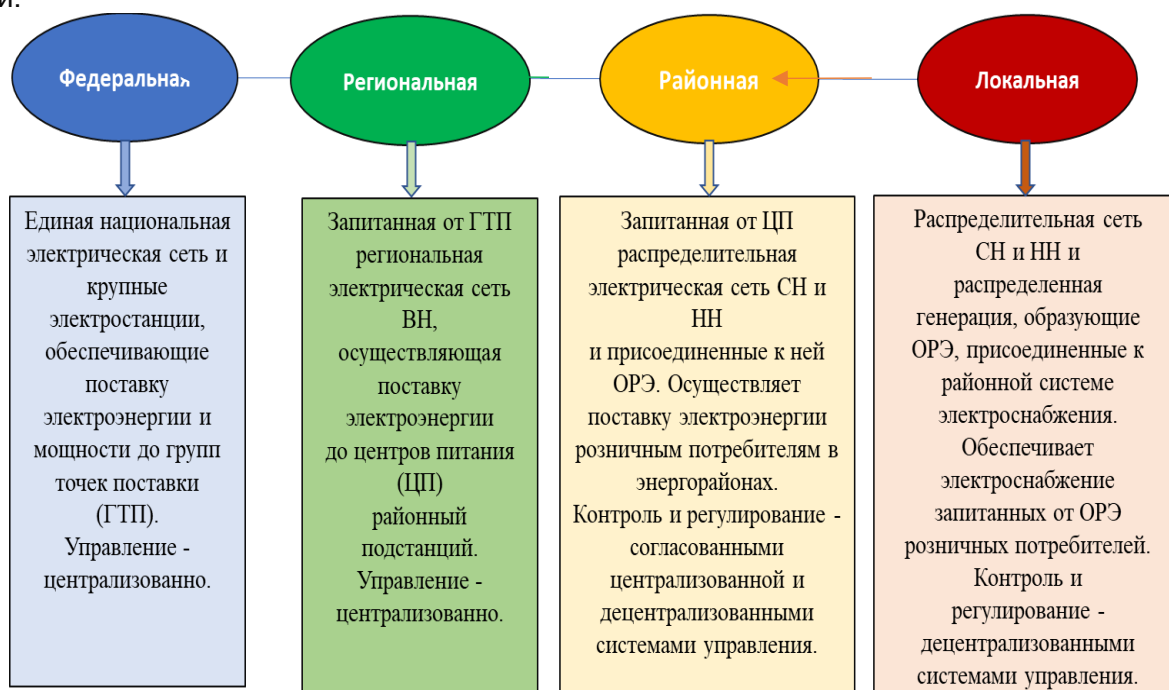


Рисунок 1 – Иерархическая структура электроэнергетической системы Российской Федерации

Сравнительный анализ законодательных и нормативно-правовых документов государств — участников Содружества Независимых Государств (СНГ) показывает, что иерархическая организация электроэнергетических систем в большинстве стран характеризуется относительно упрощённой структурной классификацией. В отличие от многоуровневой модели, принятой в Российской Федерации, в большинстве стран СНГ применяется более компактная иерархия управления системой и территориального деления (табл. 1) [5–13].

Данная упрощённость проявляется в структуре оперативного управления, механизмах регулирования и уровнях системной интеграции. Сокращённое количество иерархических уровней свидетельствует о специфическом подходе к управлению и координации энергетической инфраструктуры, обусловленном национальными экономическими условиями, масштабом энергосистемы и степенью либерализации рынка электроэнергии.

Таблица 1 – Основные определения ЭЭС в странах СНГ

Определение/ страна	Таджикистан	Белоруссия	Казахстан	Узбекистан	Кыргызстан	Туркменистан	Армения	Молдова	Азербайджан
Объединённая электроэнергетическая система	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Территориальная электроэнергетическая система	-	-	+	+	-	+	+	+	+
Национальная электрическая сеть	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Районная электроэнергетическая система	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Локальная (местная) электроэнергетическая система	+	-	-	-	-	+	-	-	-

## Мировой опыт развития иерархии интеллектуальных электроэнергетических систем

Концепция активно-адаптивных электрических сетей была первоначально предложена в странах Европы и Соединённых Штатах Америки, что послужило основой формирования парадигмы, известной в настоящее время как Smart Grid [14–15]. Интеллектуальные сети интегрируют современные информационно-коммуникационные технологии в инфраструктуру электроэнергетики, обеспечивая автоматизированный мониторинг процессов генерации и потребления электрической энергии. Такая интеграция способствует повышению эффективности системы, надёжности, устойчивости функционирования и оптимизации распределения электроэнергии.

Соединённые Штаты Америки и Европейский союз осуществили комплексные меры по стандартизации архитектуры Smart Grid посредством разработки региональных нормативно-технических документов [16–17]. Несмотря на методологические различия, данные инициативы преследуют общие стратегические цели. К числу основных задач внедрения Smart Grid относятся обеспечение надёжного и бесперебойного электроснабжения, повышение энергетической эффективности, увеличение доли экологически устойчивой генерации на основе возобновляемых источников энергии, а также содействие низкоуглеродной интеграции в рамках крупных объединённых энергосистем.

Несмотря на эволюцию и уточнение терминологии концепции Smart Grid [18], в настоящее время её базовые структурные компоненты имеют чёткое определение. Указанные компоненты формируют технологическую основу цифровизированных и децентрализованных электроэнергетических систем (см. рис. 2).



Рисунок 2 – Основные компоненты инфраструктуры интеллектуальной электрической сети

Переход к технологиям Smart Grid обусловлен экологическими вызовами, истощением ископаемых видов топлива и ростом доли возобновляемых источников энергии. Несмотря на то, что генерация на основе ВИЭ традиционно характеризовалась вариабельностью и повышенной сложностью управления, развитие цифровых систем управления обеспечило возможность

масштабной интеграции распределённых энергетических ресурсов. В отличие от традиционных централизованных систем распределённая генерация имеет территориально рассредоточенный характер и требует подключения к различным узлам сети. Данная трансформация обуславливает необходимость перехода от радиальных структур с односторонним потоком мощности к замкнутым, неиерархическим архитектурам, способным интегрировать многочисленные источники малой мощности наряду с крупными электростанциями.

Технологическую основу интеллектуальных сетей составляют развитая инфраструктура учёта, модернизированные системы релейной защиты, коммуникационные протоколы на базе IP, а также средства самодиагностики оборудования. Многотарифные микропроцессорные счётчики электроэнергии обеспечивают сбор, передачу и аналитическую обработку данных в режиме реального времени для мониторинга и оптимизации функционирования системы. Многолетние исследования процессов старения изоляции, деградации трансформаторного масла и характеристик частичных разрядов способствовали созданию интеллектуальных диагностических средств, повышающих надёжность сетевой инфраструктуры. Экспериментальные исследования подтверждают, что модернизация систем защиты и автоматики приводит к существенному снижению эксплуатационных затрат [17, 19, 20].

Международная практика внедрения демонстрирует экономическую и стратегическую эффективность реализации технологий Smart Grid. По оценкам компании Siemens, модернизация электроэнергетических систем Европы способна обеспечить экономию до 45 млрд евро в течение ближайшего десятилетия [21]. Проект Telegestore, реализованный компанией Enel S.p.A. в Италии, является одним из первых успешных примеров масштабного внедрения интеллектуального учёта. Ведущие экономики мира — США, Китай и страны Европейского союза — продолжают расширять инвестиционные программы в сфере интеллектуальных сетевых технологий, тогда как развивающиеся государства, включая Индию и Бразилию, активно реализуют национальные стратегии внедрения Smart Grid [22]. На основе сравнительного анализа международных иерархических моделей предлагается обобщённая структурная классификация (табл. 2) [23, 26, 27].

Таблица 2 – Основные определения ЭЭС в зарубежных странах (кроме СНГ)

Определение/ страна	США	Евросоюз	Германия	Турция	Китай	Индия	Франция
Объединённая электроэнергетическая система	+	+	+	+	+	+	+
Территориальная электроэнергетическая система	-	+	-	-	-	-	-
Национальная электрическая сеть	-	-	-	+	+	+	+
Районная электроэнергетическая система	+	-	+	-	-	-	-
Локальная (местная) электроэнергетическая система	+	+	+	+	+	+	-

В Соединённых Штатах Америки иерархическая организация электроэнергетического сектора традиционно описывается через понятия районных и локальных электроэнергетических систем. Нормативно-правовая база характеризуется децентрализованной моделью регулирования, в рамках которой каждый штат принимает собственные законодательные акты, устанавливающие энергетические стандарты и эксплуатационные требования. Районная электроэнергетическая система функционирует под юрисдикцией соответствующего штата, при этом на его территории могут располагаться энергетические объекты федерального уровня [24, 25, 28-29].

Локальная электроэнергетическая система, как правило, определяется как автономный энергетический «остров», способный к продолжительной самостоятельной работе при отключении от централизованной сети при условии наличия достаточной генерирующей мощности. Исторически такие системы ассоциировались со стратегически важными объектами, включая военные базы. Однако после принятия Закона об энергетической политике 2005 года развитие локализованных и островных энергосистем получило расширенную институциональную и промышленную поддержку,

что способствовало более широкому внедрению распределённых и устойчивых энергетических инфраструктур.

## Заключение

Таким образом, проведённый анализ современного состояния и перспектив развития концепции Smart Grid в мировой практике подтверждает её стратегическую значимость для формирования цифровых, устойчивых и децентрализованных электроэнергетических систем. Несмотря на достигнутые технологические результаты, остаётся ряд методологических и прикладных вопросов, связанных с интеграцией возобновляемых источников энергии, обеспечением надёжности функционирования локальных систем и оптимизацией режимов их работы в условиях изменяющихся нагрузок и стохастического характера генерации.

В условиях Республики Таджикистан реализация положений Национальной стратегии достижения энергетической независимости предопределяет необходимость адаптации и научного обоснования международного опыта построения локальных электроэнергетических систем. Особую актуальность приобретают задачи оценки ресурсного потенциала возобновляемых источников энергии, определения вероятностных характеристик ветровых и солнечных потоков, разработки методов планирования и оптимизации режимов электропотребления, а также технико-экономической оценки предлагаемых решений.

Научная обоснованность и практическая применимость разработанных методик и структурных решений должны подтверждаться результатами комплексных исследований, основанных на физическом и математическом моделировании, а также сравнительном анализе различных сценариев функционирования системы. Полученные результаты могут служить методологической основой для формирования эффективных локальных электроэнергетических систем, ориентированных на повышение энергетической безопасности, устойчивости и экономической эффективности национальной энергосистемы.

*Рецензент: Кургизов А.К. — к.т.н., доцент кафедры «Электрические станции» ТИЭТУ имени академика М.С. Осими*

## Литература

1. ОАХК «Барки Точик», [Электронный ресурс]. URL: <http://www.barqitojik.tj/129> (дата обращения: 15.04.2025).
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1715-р от 13.11.2009г. [Электронный ресурс]. URL: <http://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения: 15.04.2025).
3. Интеллектуальная энергетическая платформа РФ [Электронный ресурс]. URL: [http://rosenergo.gov.ru/regulations\\_and\\_methodologies/tehnologicheskaya\\_platforma\\_tp\\_ies](http://rosenergo.gov.ru/regulations_and_methodologies/tehnologicheskaya_platforma_tp_ies) (дата обращения: 02.08.2024).
4. Суворов А.Б. Телекоммуникационные системы, компьютерные сети и Интернет: учебное пособие/А.Б. Суворов - Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 384с.: ил.
5. Закон Российской Федерации об электроэнергетике // Федеральный закон "Об электроэнергетике" от 26.03.2003 N 35-ФЗ [Электронный ресурс]. [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_41502/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502/) (дата обращения: 04.05.2025).
6. Закон Республики Таджикистан об энергетике дата: 29.11.2000 [Электронный ресурс]. <http://ncz.tj/content/закон-республики-таджикистан-обэнергетике> (дата обращения: 05.05.2025).
7. Закон Республики Беларусь Об электроэнергетике [Электронный ресурс]. <http://energo-cis.ru/wyswyg/file/news/Projekt-Zakona-26-09-2017.pdf> (дата обращения: 05.05.2025).
8. Закон Республики Казахстан Об электроэнергетике от 9 июля 2004 года № 588-II (с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.05.2025 г.) [Электронный ресурс]. [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=1049314](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=1049314) &pos=5;-106#pos=5;-106 (дата обращения: 05.05.2025).
9. Закон Республики Узбекистан об электроэнергетике Принят Законодательной палатой 24 июня 2009 года одобрен сенатом 28 августа 2009 года [Электронный ресурс]. <https://lex.uz/docs/1521175> (дата обращения: 05.05.2025).
10. Закон Кыргызской Республики об электроэнергетике г. Бишкек от 28 января 1997 года N 8 [Электронный ресурс]. <http://energo130.cis.ru/wyswyg/file/Zakon/Nacional/Kyrgysya/1997%2001%2028%20закон%20об%20электроэнергетике%20КРNo.pdf> (дата обращения: 05.05.2025).
11. Закон Туркменистана об электроэнергетике от 16 августа 2014 года №104-v (с изменениями по состоянию на 08.06.2019 г.) [Электронный ресурс]. [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31600269](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31600269) (дата обращения: 05.05.2025).
12. Закон Республики Армения об энергетике принят 7 марта 2001 года [Электронный ресурс]. [https://www.translacioncentre.am/pdf/Trans\\_ru/HH\\_Orenq/Energetika/Energetika\\_ru.pdf](https://www.translacioncentre.am/pdf/Trans_ru/HH_Orenq/Energetika/Energetika_ru.pdf) (дата обращения: 05.05.2025).

13. Закон Республики Молдова об энергетике с изменениями 2023 год №174 от 21.09.2017, редакция от 21.09.2017 [Электронный ресурс]. [https://lege.md/ru/download\\_act/ob\\_energetike](https://lege.md/ru/download_act/ob_energetike) (дата обращения: 05.05.2025)
14. Закон Азербайджанской Республики об электроэнергетике от 3 апреля 1998 года № 459-IQ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 17.06.2022г.) [Электронный ресурс]. [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30598502](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30598502) (дата обращения: 05.05.2025).
15. Сафаров, М. И. Обзор возобновляющих источников энергии в районах Республики Таджикистан / М. И. Сафаров // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2017. – № 3(39). – С. 6-11. – EDN YLYUIY.
16. Burr M.T. Reliability demands drive automation investments / Public Utilities Fortnightly, Technology Corridor department, 2003, № 1, available at: <http://www.fortnightly.com/fortnightly/2003/11/technology-corridor>.
17. Хасанзода, Н. Энергетический потенциал ветрового потока на основе уточненного закона распределения скорости ветра / Н. Хасанзода, М. И. Сафаров // Энергетика: состояние и перспективы развития: Материалы международной научно - практической конференции, Душанбе, 23 декабря 2024 года. – Душанбе: Aprint, 2024. – С. 179-187. – EDN CPTPWE.
18. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0, available at: [http://www.nist.gov/smartgrid/upload/NIST\\_Framework\\_Release\\_2-0\\_corr.pdf](http://www.nist.gov/smartgrid/upload/NIST_Framework_Release_2-0_corr.pdf).
19. Гуревич В.И. Smart Grid: Западный вариант [Электронный ресурс]. –URL: <http://relay-protection.ru/content/view/114/11.131>
20. Aminjon R. Zokirzoda, Ruslan S. Tsgoev, Behruzi T. Shohzoda, Jamshed H. Karimzoda, Jamshed B. Rahimzoda, Manuchehr I. Safarov, "Design of an Integrated Helio-Thermal Plant Scheme and Methodology for Assessing Its Performance", 2025 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE), pp.1-8, 2025.
21. Хасанзода, Н. Система оптимального электропотребления при интеграции в неё возобновляемых источников энергии / Н. Хасанзода, М. И. Сафаров // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2024. – № 1(65). – С. 45-52. – EDN KSQYMB.
22. GridWise: The Benefits of a Transformed Energy System / L.D. Kannberg, M.C. Kintner-Meyer, D.P. Chassin, R.G. Pratt, J.G. DeSteele, L.A. Schienbein, S.G. Hauser, W.M. Warwick; Pacific Northwest National Laboratory under contract with the United States Department of Energy. – 2003. – November. – P. 25.
23. Кобулиев З.В. Оптимальное управление генерирующим потребителем с использованием базы логических правил и алгоритмов роевого интеллекта / З. В. Кобулиев, Н. Хасанзода, М. И. Сафаров [и др.] // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – № 3(47). – С. 20-32. – EDN JBWHWQ.
24. EES EAEC. Мировая энергетика [Электронный ресурс]. <https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-ssa> (дата обращения: 11.05.2025).
25. Закон об энергетике США 2005 г. - US Energy Law of 2005 [Электронный ресурс]. [https://ru.wikibrief.org/wiki/Energy\\_Policy\\_Act\\_of\\_2005](https://ru.wikibrief.org/wiki/Energy_Policy_Act_of_2005) (дата обращения: 12.05.2025).
26. Хасанзода Н., Анализ энергетического баланса потребителя с учетом возобновляемых источников энергии / Хасанзода Н., Сафаров М.И., Юнусов С.Р. // Энергетика: состояние и перспективы развития: Материалы международной научно - практической конференции, Душанбе, 23 декабря 2024 года. – Душанбе: Aprint, 2024. – С. 179-187. – EDN CPTPWE.
27. Aminjon R. Zokirzoda, Ruslan S. Tsgoev, Behruzi T. Shohzoda, Jamshed H. Karimzoda, Manuchehr I. Safarov, Shamsiddin F. Samiev, "Economic Justification of a Comprehensive Helio-Thermal Station", 2025 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE), pp.1-5, 2025.
28. Джураев, Ш. Д. Обеспечение качества электрической энергии в энергосистемах, содержащих нелинейную нагрузку / Ш. Д. Джураев, Ш. М. Султонов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2018. – № 1(41). – С. 20-34. – EDN XSBYYR.
29. Фишов, А. Г. Анализ состояния и направление развития малой гидроэнергетики Таджикистана / А. Г. Фишов, А. Х. Гуломзода, Л. С. Касобов // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. – 2019. – № 1(45). – С. 13-22. – EDN VJUIVK.

**МАЪЛУМОТ ДАР БОРАИ МУАЛЛИФ – СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ – INFORMATION ABOUT AUTHOR**

TJ	RU	EN
Юсуфзода Манучехр Юсуф	Юсуфзода Манучехр Юсуф	Yusufzoda Manuchehr Yusuf
номзади илмҳои техникаӣ, дотсент	кандидат технических наук, доцент	candidate of technical sciences, associate professor
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ	Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими	Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
E-mail: <a href="mailto:manu_1804@mail.ru">manu_1804@mail.ru</a>		
<a href="https://orcid.org/0009-0005-1307-0547">https://orcid.org/0009-0005-1307-0547</a>		