

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Хабдуллины Гульданы Абдухалыковны на тему: «Разработка микростанций на основе возобновляемых источников энергии для энергоснабжения децентрализованных районов», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07101 – Электроэнергетика

Разработка микростанций на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для децентрализованных районов в настоящее время является особенно актуальной, поскольку во многих удалённых и слаборазвитых регионах мира до сих пор отсутствует надёжный и доступный источник энергоснабжения.

Использование таких возобновляемых источников энергии, как солнечная, ветровая, гидроэнергия и энергия биомассы, может обеспечить устойчивые решения для удовлетворения энергетических потребностей этих регионов, а также способствовать снижению последствий изменения климата и сокращению выбросов парниковых газов.

Кроме того, развитие микростанций на основе возобновляемых источников энергии способно стимулировать местный экономический рост, создавать рабочие места и повышать уровень жизни населения, проживающего в удалённых и слаборазвитых районах.

Таким образом, разработка микростанций на основе возобновляемых источников энергии для децентрализованных районов является **актуальной** задачей, направленной на решение проблемы энергетической бедности, снижение выбросов парниковых газов, содействие устойчивому развитию и улучшение благосостояния населения удалённых и слаборазвитых территорий.

Цель исследования:

Целью исследования является разработка научно обоснованного подхода к формированию микростанции на основе возобновляемых источников энергии для обеспечения надёжного и экономически эффективного энергоснабжения децентрализованных районов.

Для достижения поставленной цели в работе предусматривается решение следующих задач:

1. Разработка многокритериальной методики оценки эффективности автономных энергетических систем на основе ВИЭ с использованием иерархической структуры показателей и агрегированной функции полезности.
2. Построение и верификация математических моделей генерации энергии от солнечных, ветровых установок и биомассы с учётом климатических, ресурсных и территориальных особенностей Республики Казахстан.
3. Разработка комбинированной стохастической модели ВИЭ (КСМ-ВИЭ), объединяющей различные виды генерации, для расчёта энергетических и экономических показателей автономных систем.

4. Разработка методики многокритериальной оптимизации конфигураций систем ВИЭ на основе КСМ-ВИЭ и формирование системы критериев с применением метода TOPSIS и сценарного анализа.

5. Создание программного комплекса, обеспечивающего автоматизацию расчётов, анализ сценариев, многокритериальный выбор и визуализацию результатов, с возможностью практического применения в проектной и образовательной деятельности.

6. Разработка и предложение вакуумно-динамического усилителя мощности как нового элемента, повышающего устойчивость и надёжность автономных энергетических систем при колебаниях генерации ВИЭ.

Реализация указанных задач позволяет глубже понять техническую, экономическую и социальную целесообразность микростанций на основе возобновляемых источников энергии для децентрализованных районов и внести вклад в развитие устойчивых энергетических систем.

Объектами исследований являются гибридная энергетическая система с возобновляемыми источниками энергии.

Предметом исследования являются методы, алгоритмы, программные средства и технические устройства получения энергии от возобновляемых источников для децентрализованных районов.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы методы системного анализа и обработки информации, методы выбора и верификации микростанций, метод имитационного моделирования и метод математических моделей.

Научная новизна работы.

Результаты, выносимые на защиту, основаны на расчётно-теоретических исследованиях и обобщают авторские разработки по повышению эффективности электроснабжения децентрализованных районов за счёт использования возобновляемых источников энергии. Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Впервые для условий удалённых районов Казахстана разработана интегрированная методика моделирования и оптимизации конфигураций автономных энергетических систем на основе ВИЭ, объединяющая стохастическое моделирование, многокритериальный анализ и программную реализацию.

2. Разработаны адаптированные математические модели солнечной, ветровой и биомассовой генерации с учётом климатических и инфраструктурных особенностей Казахстана, а также предложена комбинированная стохастическая модель ВИЭ для оценки энергетических и экономических характеристик автономных систем.

3. Разработана методика многокритериальной оптимизации конфигураций систем ВИЭ и система критериев на основе интеграции КСМ-ВИЭ и метода TOPSIS, обеспечивающая выбор оптимальных решений в условиях неопределённости и многомерных требований.

4. Создан специализированный программный комплекс, обеспечивающий автоматизацию расчётов, визуализацию результатов и

анализ устойчивости систем. Кроме того, разработан новый инженерный элемент — вакуумно-динамический усилитель мощности, повышающий устойчивость автономных энергетических систем на основе ВИЭ.

Большой вклад в решение различных аспектов задач методики оценки эффективности вовлечения возобновляемых источников энергии электроснабжения децентрализованных районов на основе принципов и методов системного подхода внесли ученые: D.Blumberga, Anders N. Anderson, I. Pakere, T. Cho, Ya-Jun Leng, Huan Zhang, Mohammed Hammam Mohammed Al-Madani, Fishburn P.C., Elias M. Salilih, Alexandra Calvén, Nurul Nadia Ibrahim, Sikandar Ali Qalati, Keeney R.L., Raiffa H., B. Paris, L. Li, U. Jamil, T. Hickey, Pratt J.W, Тлеуов А. Х., Латиф Бектенов, Байтанаева Б.А., Сарсенбаев Е. А, Хабдуллина З.К., и т.д.

Несмотря на значительное число работ в этой области, методики оценки эффективности вовлечения возобновляемых источников энергии электроснабжения децентрализованных районов на основе принципов и методов системного подхода и их практическая реализация еще не получили должного развития.

Теоретическая значимость результатов заключается в развитии научных представлений о методах моделирования возобновляемых источников энергии в условиях децентрализованных районов с учётом климатических факторов Казахстана — резких температурных перепадов, снежного покрова, пылевых нагрузок и высокой турбулентности ветра. Предложенные модели солнечной, ветровой и биомассовой генерации расширяют теоретическую базу исследования процессов преобразования энергии в региональных условиях и позволяют формировать надёжные сценарные ряды.

Практическая значимость заключается в разработке и апробации комплексной методики оценки и выбора оптимальных конфигураций автономных энергетических систем на основе ВИЭ для децентрализованных районов. Созданный программный комплекс может быть использован в проектных организациях, региональных структурах и образовательных учреждениях для практической реализации устойчивых энергетических решений. Разработанный вакуумно-динамический усилитель мощности при широком внедрении позволяет существенно снизить расход электроэнергии и топлива; расчёты показывают низкие удельные затраты на производство 1 кВт энергии.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Методика стохастического моделирования ВИЭ, включающая адаптированные модели солнечной, ветровой и биомассовой генерации для условий децентрализованных районов Казахстана и обеспечивающая формирование надёжных сценарных рядов.

2. Методика многокритериальной оптимизации конфигураций энергетических систем на основе интеграции комбинированной стохастической модели ВИЭ и алгоритма TOPSIS с учётом энергетических, экономических, экологических и социальных факторов.

3. Микростанция на основе ВИЭ, разработанная для села Степное Костанайской области Республики Казахстан, реализованная с применением программного комплекса, интегрированного с климатической базой данных NASA POWER и локальными метеоданными, обеспечивающего автоматизированный анализ сценариев и визуализацию результатов.

4. Новый элемент автономных энергетических систем — вакуумно-динамический усилитель мощности, позволяющий сглаживать колебания генерации и повышать устойчивость энергоснабжения при изменчивости ресурсов ВИЭ.

Степень доверия и результаты апробации. Основные результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на международных и зарубежных научных конференциях, научных семинарах:

1. Хабдуллина Г. А., «Критерии эффективности использования возобновляемых источников энергии». // Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ (SCIENCE AND EDUCATION: PROBLEMS AND PROSPECTS, 31 октября 2022, г.Прага, Чехия, С. 43-38.

2. Хабдуллина Г. А., Глущенко Т.И., Бижанов Н.У., «АВТОНОМДЫ ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН БИОМАССА ЭНЕРГИЯСЫН МОДЕЛЬДЕУ». // Материалы Международной научно-практической интернет-конференции «ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ» 31 февраля 2023 года (Вып. 90), 31 января 2023 г. г. Переяслав, Украина, с. 231-235

Личный вклад исследователя. Автором самостоятельно выполнены все этапы исследования, разработаны методики и математические модели, создан программный комплекс для автоматизации расчётов и анализа сценариев, разработана микростанция на основе ВИЭ для децентрализованных районов, а также вакуумно-динамический усилитель мощности. Проведены расчёты, анализ результатов и сформулированы основные выводы.

Публикации основных результатов диссертационного исследования.

По теме диссертационной работы получено 3 авторских свидетельства, 1 патент на полезную модель и опубликовано 6 работ, в том числе 1 статьи в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science и 3 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства образования и науки Республики В Казахстане, а также опубликована 1 монография и учебное пособие 1:

1. Г.А. Хабдуллина, Т.И.Глущенко, Т.В.Бедыч, «Дәстүрлі емес және жаңартылатын энергетиканың теориялық негіздері», Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік 2021 жылғы «22» қазан №21096, Нұр-Сұлтан қ.

2. Г.А. Хабдуллина, Хабдуллин А.Б., Глущенко Т.И., программа для ЭВМ «Вовлечение возобновляемых источников энергии в системы

электроснабжения», Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №39752 от «19» октября 2023 года, г. Астана

3. Г.А. Хабдуллина, Т.И.Глущенко, Монография «Применение возобновляемых источников энергии для повышения эффективности электроснабжения социальных объектов», Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом №26567 от «27» мая 2022 года, г. Нур-Султан

4. Г.А. Хабдуллина, Т.И. Глущенко, А.Б. Хабдуллин, «ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЭНЕРГЕТИКА СЕКТОРЫНЫҢ ЖАЙ-КҮЙІ», Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ. Энергетикалық сериясы. Павлодар, 2022 №2, 334-346 б., <https://doi.org/10.48081/WWGA7172>

5. Г.А. Хабдуллина, Т.И. Глущенко, А.Б. Хабдуллин, «РУДНЫЙ ҚАЛАСЫНЫҢ КҮН ЖӘНЕ ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ӘЛЕУЕТІН БАҒАЛАУ ҮШІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРДІ ӘЗІРЛЕУ», Алматы энергетика және байланыс университетінің ХАБАРШЫСЫ, Алматы, 2022 №4 (59) 6-17 б.

6. Г.А. Хабдуллина, А. Б. Хабдуллин, Т. И. Глущенко, А. Б.Тәңірберген, А. К. Жумадилова, «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВАКУУМНОДИНАМИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ», Вестник ПГУ. Энергетическая серия. Павлодар, 2023 №1, с.323-334

7. Г.А. Хабдуллина, Т.И.Глущенко, Монография «Применение возобновляемых источников энергии для повышения эффективности электроснабжения социальных объектов», Костанай, КРУ им. А. Байтурсынова, 2022 - 96 с., ISBN 978-601-7481-37-7

8. Г.А. Хабдуллина, Т.И.Глущенко, Т.В. Бедыч, оқу құралы «Дәстүрлі емес және жаңартылатын энергетиканың теориялық негіздері», Алматы: Эверо, 2022 – 168 б. ISBN 978-601-352-731-4

9. Guldana KHABDULLINA, Dace PAULE, Ieva PAKERE, Asset KHABDULLIN, Dagnija BLUMBERGA, «Boosting of Dissipated Renewable Energy Systems Towards Sustainability in Kazakhstan», Environmental and Climate Technologies, 2024, vol. 28, no. 1, pp. 540–555 <https://doi.org/10.2478/rtuct-2024-0042>.

10. Хабдуллина Гульдана Абдухалыковна, Хабдуллин Асет Бакирович, Глущенко Татьяна Ивановна, Патент №9818 на полезную модель Вакуумдинамиклық куат күшейткіші, от 22.11.2024 Астана

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка литературы из 103 наименований и 3 приложений. Общий объем работы составляет 154 страницы и включает 31 рисунок и 24 таблицы.