

ОТЗЫВ

официального оппонента Бастрова Андрея Владимировича
на диссертацию Кенден Кара-кыс Вадимовны
на тему «Совершенствование методов принятия решений
по вводу мощностей автономных солнечно-дизельных установок (на примере
республики Тыва)» по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и
комплексы» на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертации. Важной задачей социально-экономического развития многих регионов России, территориально расположенных в районах, удаленных от центральной электрической сети, является обеспечение надежного и эффективного электроснабжения потребителей. Одним из наиболее перспективных способов решения данной проблемы, в частности, для республики Тыва, является применение солнечно-дизельных установок (СДУ) в составе автономных систем электроснабжения (АСЭС). Для построения СДУ с требуемым уровнем надежности и высокими технико-экономическими показателями необходимо обеспечить эффективное использование и преобразование солнечной энергии. Стохастический характер солнечной энергии и нелинейность характеристик фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) определяют сложность решения данной задачи, связанной с нахождением рационального варианта решения с различными критериями и с соблюдением различных ограничений.

В связи с вышесказанным, диссертационная работа К.В. Кенден, связанная с совершенствованием методов принятия решений по вводу мощностей автономных солнечно-дизельных установок, является актуальной задачей, решение которой позволит обоснованно принимать структуру и параметры СДУ, а также выбор площадки размещения СДУ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертационной работе, подтверждается логической структурой и содержанием диссертации, методами исследования, совпадениями теоретических результатов, с результатами, полученными другими исследователями. Следовательно, научные положения, выводы и рекомендации, полученные автором, подтверждены практикой и не вызывают сомнений в их достоверности и правильности.

Научная новизна диссертационной работы. К научной новизне можно отнести следующие положения диссертационной работы, полученные автором:

1. Усовершенствована математическая модель ФЭП, позволяющая определить выходные энергетические характеристики ФЭП, учитывающие интенсивность солнечного излучения (СИ), температуру окружающей среды, технические характеристики и способ ориентации ФЭП относительно Солнца в зависимости от географической широты места расположения ФЭП, времени года и суток. Разработан программно-вычислительный комплекс (ПВК), реализующий математическую модель ФЭП;

2. По разработанной методике оптимизации структуры и параметров СДУ из условий минимальной себестоимости электрической энергии создан ПВК, отличающийся возможностью учитывать изменения реальных энергетических характеристик ФЭП и графиков нагрузки потребителя и осуществляющий поиск оптимального соотношения генерирующих мощностей, выбора оптимального единичного типоразмера оборудования;

3. Предложена методика принятия решений при выборе площадки для размещения элементов СДУ, учитывающая комплекс технико-экономических, климатических и экологических критериев с использованием теории многокритериальной оптимизации и метода экспертных оценок.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в возможности оптимального планирования структуры, параметров и оценки экономической эффективности внедрения СДУ в АСЭС.

Результаты исследований, содержащиеся в диссертации, использованы в виде: математической модели ФЭП, позволяющей учитывать климатические параметры окружающей среды, технические характеристики ФЭП; методики оптимизации структуры и АСЭС на основе СДУ и методики выбора площадки для размещения элементов СДУ. Результаты исследований позволяют повысить качество принимаемых решений при проектировании СДУ.

Материалы диссертации используются при решении проектных задач в деятельности Министерства топлива и энергетики Республики Тыва и в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет».

Апробация работы и публикации. Результаты исследования докладывались и обсуждались на международных и Всероссийских научно-технических конференциях. По теме диссертации опубликовано 33 печатные работы. Основные результаты работы, включая научную новизну и практическую значимость, были опубликованы в четырех статьях журналов из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК и одной монографии. Получены два свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом. Диссертационная работа К.В. Кенден состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 125 наименований и пяти приложений. Материал диссертации изложен на 117 страницах текста, проиллюстрирован 30 рисунками и 14 таблицами. В приложении приведены свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ, справка об использовании ре-

зультатов диссертационной работы Министерством топлива и энергетики Республики Тыва.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, выбрана цель работы и сформулированы задачи, решение которых позволит достичь цели диссертационной работы. Во введении также показан объект, предмет и обоснованные методы исследования, представлена новизна и практическая значимость работы, приведена реализация полученных результатов, обоснованность и достоверность научных положений, показаны основные результаты, выносимые на защиту, приведены результаты апробаций и публикаций, изложена структура и объем диссертационной работы.

В первой главе представлены особенности и пути совершенствования АСЭС на примере Республики Тыва: характеристики дизельных электростанций (ДЭС), удельная установленная мощность на одного человека, потребление дизельного топлива и величина выработки электрической энергии. Анализ возобновляемых энергоресурсов Республики Тыва позволил обосновать возможность использования в АСЭС ФЭП совместно с накопителями энергии. Приведена структурная схема и элементная база АСЭС на основе СДУ. Обзор математических методов для решения оптимизационных задач показал, что для АСЭС СДУ наиболее приемлемым является метод роя частиц. По результатам анализа имеющихся ПВК для моделирования СДУ обоснована необходимость разработки математической модели ФЭП, методики оптимизации структуры и параметров СДУ и метода принятия решений при выборе площадки для размещения элементов СДУ.

Во второй главе автором усовершенствована математическая модель ФЭП, позволяющая учитывать интенсивность СИ, температуру окружающей среды, технические характеристики ФЭП и способ пространственной ориентации ФЭП. Для условий Тывы проанализирована возможность использования различных методик оценки интенсивности СИ, учитывающих процессы поглощения и рассеяния излучения в зависимости от исходных данных. Сравнительный анализ позволил выбрать методику Берда, дающую мини-

мальную погрешность при сопоставлении расчётных и наблюдаемых значений для единственной актинометрической станции, расположенной в г. Кызыл. Модель ФЭП реализована в программной среде имитационного моделирования Delphi 7. Автором получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В третьей главе разработаны: методика оптимизации структуры и параметров СДУ, дающая возможность учитывать влияние реальной величины выработки электроэнергии ФЭП и графика нагрузки потребителя на режимы работы электрогенерирующих элементов в АСЭС; метод выбора площадки для размещения элементов СДУ с использованием многокритериальной оптимизации и метода экспертных оценок. Для оптимизации структуры и параметров СДУ разработан ПВК, использующий метод роя частиц. В качестве целевой функции экономической эффективности АСЭС на основе СДУ принят минимум себестоимости производимой электроэнергии, учитывающий величину выработки электроэнергии ФЭП и ДГ при различных режимах работы АСЭС на основе СДУ.

В четвертой главе рассмотрено практическое применение предлагаемых методик и программ для ЭВМ в выделенных автором задачах, возникающих при вводе солнечно-дизельных мощностей. Представлены практические результаты расчета прогнозируемых значений изменений интенсивности СИ и мощности ФЭП, оптимизации структуры и параметров СДУ и выбора оптимального варианта площадки для размещения СДУ на примерах поселков Республики Тыва. Рассмотрен поселок Качык. Значения температуры окружающей среды получены с ближайшей метеостанции № 3607 «Эрзин». Ввиду отсутствия актинометрической станции для этого поселка рассчитаны прогнозируемые значения изменений интенсивности СИ и мощности ФЭП «SilaSolar 200 Вт» при различных способах ориентации ФЭП. Для оптимального выбора параметров и структуры СДУ были выбраны поселки Республики Тыва с автономным электроснабжением от ДЭС. Для поселка Кызыл-Хая представлены результаты оптимизации структуры и параметров

СДУ. Потребление дизельного топлива за 2020 год составило в среднем 220 тонн; годовая выработка электроэнергии – 388 МВт·ч, при этом себестоимость электроэнергии равна 46,32 руб./кВт·ч. Ввиду высокой стоимости систем слежения за Солнцем и с целью повышения эффективности использования ФЭП при оптимизации структуры и параметров СДУ для этого поселка выбран наклонный способ установки ФЭП, ориентированной строго на юг.

Использование СДУ в АСЭС поселка Кызыл-Хая дает возможность снизить потребление дизельного топлива на 47 %. В результате оптимизации получены структура и параметры АСЭС на основе СДУ для поселка Кунгуртуг. Использование СДУ в АСЭС поселка Кунгуртуг дает возможность снизить потребление дизельного топлива более чем на 60 %. На примере поселка Кунгуртуг произведен выбор площадки для размещения элементов СДУ с применением теории многокритериальной оптимизации и метода экспертных оценок.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Материал автореферата изложен на 23 страницах и соответствует содержанию диссертации.

Соответствие паспорту специальности. Диссертационная работа К.В. Кенден соответствует паспорту специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы» по пп.: 2. Исследование и разработка нетрадиционных источников энергии и новых технологий преобразования энергии в энергетических системах и комплексах; 3. Использование на этапе проектирования и в период эксплуатации методов математического моделирования с целью исследования и оптимизации структуры и параметров энергетических систем и комплексов и происходящих в системах энергетических процессов.

Замечания по диссертационной работе. По содержанию диссертации и автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. В диссертационной работе не рассматриваются режимы работы дизель-генераторов и расход дизельного топлива в циклах «пуск-останов», что влияет на экономические показатели.

2. Не ясно, как в работе учитывались режимы заряда и разряда аккумуляторных батарей, которые влияют на характеристики жизненных циклов аккумуляторных батарей, а, следовательно, на их количество, срок службы и, в конечном счете, на себестоимость электроэнергии, производимой СДУ?

3. Не пояснено, что автор подразумевает под механической характеристикой фотоэлектрического преобразователя (п. 2.3)?

4. На подрисуночной надписи рис. 2.12 (стр. 56) указано, что приведено диалоговое окно для выбора способа ориентации ФЭП, однако повторно приведен рис. 2.10.

5. На рис. 1.6 приведена структурная схема СДУ, в которой присутствует на законных основаниях инвертор, однако в методике оптимизации структуры и параметров СДУ (п. 3.1 и далее) при расчете энергобаланса выработки и потребления электрической энергии и при расчете себестоимости стоимость инвертора и потери в инверторе не учитываются. Почему?

6. Не ясно, как при выборе комплекта оборудования СДУ поселка Кунгуртуг учитывался наброс мощности электроприемников, соизмеримых с мощностью АСЭС?

7. В тексте диссертации и автореферата при оформлении автором допущены некоторые неточности и опечатки.

Заключение. Представленная диссертационная работа К.В. Кенден «Совершенствование методов принятия решений по вводу мощностей автономных солнечно-дизельных установок (на примере Республики Тыва)» является законченной квалификационной работой, которая обладает научной новизной, практической значимостью и вносит вклад в развитие систем генерации с использованием солнечной энергии.

Диссертационная работа Кенден К.В. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Кенден Кара-Кыс Вадимовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – «Энергетические системы и комплексы».

Официальный оппонент

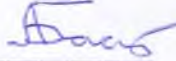
заведующий кафедрой

«Электроснабжения сельского хозяйства»

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»,

кандидат технических наук, доцент

10 ноября 2021 г.

 Бастрон Андрей Владимирович

660130, г. Красноярск,

ул. Елены Стасовой, 44 И,

ауд. 1-29

E-mail: abastron@yandex.ru

Телефон: (+7) 391 245-03-49,

(+7) 904 898-83-89

