

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук, доцента Сулова Константина Витальевича на диссертацию **Кенден Кара-кыс Вадимовны** на тему «Совершенствование методов принятия решений по вводу мощностей автономных солнечно-дизельных установок (на примере республики Тыва)» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

### **Актуальность темы диссертации**

В силу своего географического положения достаточно большая часть территории России не охвачена централизованным электроснабжением и характеризуются наличием рассредоточенных потребителей, электроснабжение которых обеспечивается преимущественно от дизельных электростанций (ДЭС). Низкий уровень развития транспортной инфраструктуры и многоэтапность процесса завоза топлива обуславливают высокие потери электрической энергии и многократное ее удорожание, эксплуатация, как правило, устаревших и физически изношенных децентрализованных источников приводит к недостаточной надежности энергоснабжения и неоправданно высоким финансовым затратам. Поэтому в современной децентрализованной энергетике многофакторность и специфическая сложность проблем выдвигает энергетическую безопасность в ряд наиболее важных составляющих национальной безопасности регионов, а соответственно в целом всей страны. Одним из эффективных вариантов совершенствования автономных систем электроснабжения (АСЭС) на сегодняшний день является их построение с ориентацией на местные возобновляемые энергоресурсы. В частности, Республика Тыва отличается высоким солнечным потенциалом и перспективным направлением в развитии изолированных поселков, функционирующих от ДЭС, является применение фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) в составе автономных энергосистем, позволяющих снизить топливную составляющую в себестоимости, вырабатываемой электрической энергии и повышении их технико-экономической эффективности.

Поэтому актуальной темой настоящего исследования является совершенствование методов принятия решений по вводу мощностей автономных солнечно-дизельных электроустановок (СДУ).

### **Научная новизна диссертации и положения, выносимые на защиту**

1. Усовершенствована математическая модель ФЭП, позволяющая получать выходные энергетические характеристики ФЭП с учётом интенсивности солнечного излучения, температуры окружающей среды, технических характеристик и способа ориентации ФЭП в зависимости от географической широты места расположения ФЭП, времени года и суток

при отсутствии информации от актинометрических станций. Создан ПВК, реализующий математическую модель ФЭП.

2. Разработана методика оптимизации структуры и параметров СДУ из условия минимальной себестоимости электрической энергии, отличающаяся возможностью учитывать изменения реальной величины выработки электрической энергии ФЭП и графиков нагрузки потребителей, и создан ПВК, осуществляющий поиск оптимального соотношения генерирующих мощностей, выбора оптимального единичного типоразмера оборудования.

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

#### **Практическая значимость диссертации**

На основе усовершенствованной модели ФЭП и разработанной методики оптимизации структуры и параметров СДУ для удобства пользования и повышения эффективности выполнения расчетов созданы ПВК для проведения исследований выходных параметров ФЭП и оптимизации СДУ в АСЭС при проектировании.

Результаты диссертационной работы использованы в деятельности Министерства топлива и энергетики Республики Тыва.

Материалы диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры «Общеинженерные дисциплины» ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет» при проведении занятий по курсу «Возобновляемые источники энергии».

#### **Достоверность полученных результатов**

Степень достоверности результатов подтверждается корректностью использования методов и моделей, а также удовлетворительной сходимостью оценок, с результатами, полученными другими авторами при решении аналогичных задач.

#### **Публикации по теме диссертации и апробация результатов**

По теме диссертации опубликовано 33 печатных работы, в том числе 4 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов диссертационных исследований, 1 монография, 15 работ – в трудах международных и всероссийских научно-технических конференций, 10 работ в других изданиях. Получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В каждой работе, опубликованной в соавторстве, личный вклад автора составляет не менее 50 %. В опубликованных работах результаты диссертационного исследования отражены достаточно полно.

### **Структура и объем диссертационной работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и 5 приложений. Объем диссертационного исследования составляет 117 страниц машинописного текста, в данный объем входят 94 страниц основного текста, содержащего 30 рисунков, 14 таблиц, список использованных источников состоит из 125 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены основные результаты, составляющие предмет научной новизны, практическая значимость работы и личный вклад автора, приведена структура диссертации.

В **первой главе** представлены особенности и пути совершенствования АСЭС на примере Республики Тыва: характеристики ДЭС, удельная установленная мощность на одного человека, потребление дизельного топлива и выработка электрической энергии. Анализ местных возобновляемых энергоресурсов на территории Тывы позволил обосновать возможность использования в АСЭС на базе ФЭП совместно с накопителями энергии. Приведено описание структурной схемы и элементной базы СДУ. Обзор математических методов для решения оптимизационных задач показал, что для СДУ наиболее приемлемым является метод роя частиц. По результатам анализа, имеющихся ПВК для моделирования СДУ, обоснована необходимость усовершенствования математической модели ФЭП, разработки методики оптимизации структуры и параметров СДУ.

Во **второй главе** усовершенствована математическая модель ФЭП, позволяющая определить выходные энергетические характеристики ФЭП в зависимости от географических и климатических факторов места установки ФЭП, технических характеристик ФЭП. Модель ФЭП была реализована в программной среде имитационного моделирования Delphi 7.

В **третьей главе** представлена методика оптимизации структуры и параметров СДУ, учитывающая изменения реальных энергетических характеристик ФЭП, графиков нагрузки потребителя и осуществляющая поиск оптимального соотношения генерирующих мощностей, выбор оптимального единичного типоразмера оборудования; методика принятия решений при выборе площадки для размещения элементов СДУ с использованием теории многокритерной оптимизации и метода экспертных оценок.

В **четвертой главе** произведено районирование территории Республики Тыва по солнечным зонам; рассчитаны прогнозируемые значения изменений интенсивности СИ и выходные энергетические характеристики ФЭП «SilaSolar 200 Вт» при различных способах ориентации ФЭП для изолированного поселка Республики Тыва. На примере двух поселков республики представлены практические результаты оптимального выбора параметров и структуры СДУ,

произведен выбор площадки для размещения элементов СДУ для изолированного поселка Республики Тыва.

В **заключении** приведены основные результаты, полученные в рамках данной диссертационной работы.

Таким образом, можно обосновано констатировать, что поставленная цель диссертации соискателем достигнута.

#### **Соответствие автореферата и диссертации**

Содержание автореферата в полной степени соответствует содержанию диссертации.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. В таблице 4.1 приводится оптимальная структура и параметры элементов СДУ п. Кызыл-Хая. Из текста диссертации не понятно, почему именно данная структура является оптимальной.

2. Автором предлагается при оптимизации структуры и параметров СДУ использовать метод роя частиц. Почему автор считает, что именно данный метод наилучшим образом подходит для решения поставленной в диссертации задачи. Необходимо обоснование.

3. Формула 2.17. КПД ФЭП. Нет пояснения в легенде символа  $P$ .

4. Автором диссертации в качестве базового варианта выбран фотоэлектрический преобразователь «SilaSolar 200 Вт. Почему выбрана именно данная модель преобразователя?

5. В таблице 2.1. Технические характеристики ФЭП «SilaSolar 200 Вт» не понятно, что автор подразумевает под коэффициентами тока и напряжения.

6. Каким образом в имитационной программе моделирования математической модели ФЭП учитываются статистические данные или графики солнечного излучения за предыдущие годы. Ведь климатические условия оказывают существенное влияние на работу ФЭП. Либо учитываются прогнозные значения, тогда остается неясным вопрос, на основании чего делается прогноз?

Приведенные замечания не снижают научную ценность и практическую значимость представленной к защите диссертации.

#### **Общее заключение по диссертации**

В целом, диссертация «Совершенствование методов принятия решений по вводу мощностей автономных солнечно-дизельных установок (на примере республики Тыва)» соискателя **Кенден Кара-кыс Вадимовны** выполнена на достаточно высоком уровне, является самостоятельным, целостным исследованием, имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой.

Диссертация хорошо структурирована, содержит научную новизну и актуальность для энергетики России. Результаты работы отражают поставленные цели и задачи диссертации.

Диссертация отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, **Кенден Кара-кыс Вадимовна**, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы.

Официальный оппонент,

Заведующий кафедрой  
электроснабжения и электротехники  
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный  
исследовательский технический  
университет», доктор технических наук,  
доцент

Суслов  
Константин  
Витальевич

Тел.: (3952) 405253

e-mail: souslov@istu.edu

Дата 08.11.2021

Официальный адрес организации – 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

