

ОТЗЫВ

официального оппонента Семькиной Ирины Юрьевны
на диссертационную работу Герра Диас Даниель
**«Повышение энергоэффективности работы электротехнического
комплекса с использованием солнечных батарей на подстанции
Сантьяго-де-Куба»**, представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.09.03 –
«Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы диссертации

Использование возобновляемых источников энергии является одним из ключевых направлений развития техники и технологий, влияющим на энергетику, экологию и экономику всего мира. Важной составляющей этого направления является солнечная генерация электроэнергии, особенно применительно к территориям, расположенным близко к экватору.

Солнечные электростанции, построенные на базе фотоэлектрических модулей, являются достаточно распространенными электротехническими комплексами, причем как для работы с маломощными потребителями в удаленных труднодоступных районах, так и для работы с мощными потребителями, а также для генерации в единую энергосистему. В то же время, многие уже эксплуатируемые солнечные электростанции такого типа имеют низкий коэффициент энергетической рентабельности EROI, величина которого около 4, что существенно ниже EROI невозобновляемых ресурсов, варьирующегося от 35 до 80 в зависимости от вида топлива. Такая ситуация в случае работы солнечной электростанции на единую энергосистему, включающую также теплоэлектростанции на газе или угле, создает повышающее воздействие на стоимость электроэнергии и вызывает дополнительную финансовую нагрузку либо для потребителя, либо для государства. Решением данной проблемы является повышение EROI солнечных электростанций путем их мо-

№ 134-9
от 17.06.2017

дернизации с использованием автоматизированных систем и современных типов фотоэлектрических панелей, EROI которых достигает 30. Исходя из этого диссертационная работа Герра Диас Даниель, направленная на модернизацию солнечной электростанции Сантьяго-де-Куба, является актуальной.

Научная новизна и результаты работы

В диссертационной работе автор рассматривает структуру электротехнического комплекса солнечной электростанции и приводит модели всех его элементов, в том числе модель, описывающую объем генерируемой электроэнергии в зависимости от климатических факторов. Доказано, что из пяти рассмотренных факторов достаточно учитывать только два – солнечное излучение и температуру окружающей среды – чтобы в конкретных условиях адекватно оценить генерируемую солнечной электростанцией мощность.

Также автором рассмотрены варианты модернизации электротехнического комплекса солнечной электростанции Сантьяго-де-Куба, включающие частичную или полную замену технических средств, а также внедрение автоматизированных систем слежения за солнцем и выполнен расчет окупаемости каждого варианта. На данном примере автором разработан алгоритм выбора варианта модернизации, учитывающий технические, климатические и социально-экономические ограничения.

Эффективность внедрения системы слежения за солнцем подтверждена автором с использованием специализированной лабораторной установки в течение длительного эксперимента. Показано, что количество вырабатываемой электроэнергии с использованием таких систем повышается на 30 %.

Достоверность и обоснованность полученных положений и выводов подтверждается корректностью принятых допущений и применением апробированных методов математического моделирования. Теория базируется на известных положениях электротехники, электроснабжения, солнечной энергетики.

Теоретические и прикладное значение результатов диссертационной работы

Разработанная модель генерации электроэнергии солнечной электростанцией в зависимости от климатических факторов может быть использована при проектировании новых и модернизации существующих солнечных электростанций, для оценки проектных решений и учета индивидуальных климатических условий района расположения.

Предложенные варианты модернизации могут быть внедрены на солнечной электростанции Сантьяго-де-Куба. Их экономический эффект подтвержден технико-экономическим обоснованием.

При оценке диссертационной работы Герра Диас Даниель возникли следующие замечания и вопросы:

1. В тексте диссертации описана структура электротехнического комплекса эксплуатируемой в настоящее время солнечной электростанции Сантьяго-де-Куба, работающей на электрическую сеть, однако не приведены сведения о наиболее значимых потребителях этой сети и их категорийности, данные о требуемой и фактической надежности генерации, а также не отражены вопросы диспетчерского управления режимом генерации данной электростанции.

2. В работе приведены математические модели всех составляющих элементов электротехнического комплекса солнечной электростанции Сантьяго-де-Куба и проведено моделирование генерации электроэнергии с использованием данных о фактических климатических условиях за август 2018 г. Неясно, совпадают ли результаты моделирования с фактически сгенерированной на электростанции электроэнергией. Следовало бы привести количественные данные для оценки адекватности модели.

3. При использовании в климатической модели метода поверхности отклика неясно, как проверялась гипотеза о том, что поверхность отклика является плоской. Вероятно ли, что слабая корреляция параметров скорости ветра,

относительной влажности и атмосферного давления является следствием неверного выбора типа поверхности отклика, а не низкой значимостью данных факторов?

4. В ходе моделирования изменения погодных условий, влияющих на генерацию электроэнергии фотоэлектрическими модулями, отмечено (стр. 64), что необходим поиск технических средств и решений для минимизации вероятности нагрева фотоэлектрической панели до температуры выше 60 °С. Однако из текста диссертации неясно, какие именно технические решения включены в рассматриваемые сценарии модернизации солнечной электростанции Сантьяго-де-Куба.

5. Представляет интерес график генерируемой электроэнергии стационарным солнечным генератором с наклоном 20 градусов (рис. 3.3.2). Неясно чем обусловлен колебательный характер графика в начале дня, в частности снижение с 1,7 МВт до 1,1 МВт. Связан ли этот эффект с облачностью, ветром, нагреванием панелей и т.п.?

6. В тексте присутствуют многочисленные грамматические и лексические ошибки, а также некорректное обозначение единиц измерения величин на графиках.

Отмеченные замечания, тем не менее, не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку полученных автором результатов.

Заключение

Диссертационная работа Герра Диас Даниель является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности солнечной электростанции.

Диссертационная работа по актуальности, достоверности и обоснованности научных данных, новизне, теоретической и практической значимости соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении учёных

степеней ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» (утв. приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 N 1755адм с изм. от 30.09.2020 N 1270адм), а её автор, Герра Диас Даниель, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Директор учебно-научного центра
информационных технологий обучения,
д.т.н., доцент



Семыкина
Ирина Юрьевна

09.06.2021

E-mail: arinasemykina@gmail.com

Тел.: +7 (913) 3164229

Полное наименование организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Севастопольский государственный университет»,
институт ядерной энергии и промышленности.

Адрес организации:

299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33.

