

ОТЗЫВ

официального оппонента
кандидата технических наук, доцента,
Бубенчикова Антона Анатольевича
на диссертационную работу
Местникова Николая Петровича
«Разработка и исследование способов повышения энергоэффективности
солнечных электростанций в условиях Севера»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

1. Актуальность работы

На сегодняшний день в значительной мере увеличивается заинтересованность к возобновляемым источникам энергии для внедрения в объекты автономной генерации – автономные энергетические системы. Известно, что данные системы в России, как правило, размещены на Северо-Восточной части страны, имеющей слаборазвитую транспортную инфраструктуру. Отсутствие круглогодичных автомобильных дорог и сложная система речной навигации повышает фактическую стоимость горюче-смазочных материалов и комплектующих. В связи с этим активно внедряются объекты ВИЭ в том числе солнечные электростанции в состав дизельных электростанций, функционирующих в составе автономных энергосистем Севера, в целях снижения потребления дорогостоящего дизельного топлива и объема выбросов вредных веществ атмосферу. Автором диссертации произведен ряд экспериментальных исследований по изучению особенностей влияния внешних факторов Севера на функционирование солнечных электростанций с последующей разработкой нескольких прикладных способов для снижения их негативного влияния.

Таким образом, исследование особенностей эксплуатации солнечных электростанций на территории Севера имеет высокую актуальность и значительную востребованность.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций и их достоверность

Достоверность полученных результатов диссертации обеспечена:

- Проведением экспериментальных исследований, учитывающих ключевые требования теории планирования исследований и условия окружающей среды.
- Получением результатов интеллектуальной деятельности.
- Использованием математической модели, имеющей свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ.
- Подтверждением принятых условий совпадения результатов имитационных расчетов с рабочими показателями эксплуатирующихся солнечных электростанций на территории Северо-Востока России.
- Выполнением оценка технико-экономических параметров и вычислением показателей надежности солнечной электростанции в составе автономной энергосистемы на территории Северо-Востока России.

3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций и их достоверность

К научной новизне диссертации можно отнести следующие результаты:

1. Предложены дополняющие коэффициенты к существующей методике оценки энергетического потенциала солнечных электростанций, увеличивающие точность расчета годовой выработки электроэнергии.
2. Предложена математическая модель оценки энергетического потенциала солнечных электростанций, учитывающая внешние факторы Северо-Востока России.
3. Предложена реализация способа защиты фотоэлектрических панелей солнечных электростанций от поверхностного загрязнения на основе воскового жидкого покрытия, способствующего уменьшению периодичности очистки панелей.
4. Впервые предложен новый способ дугообразного размещения фотоэлектрических панелей солнечных электростанций, учитывающий

траекторию движения Солнца, и позволяющий увеличить выработку электрической энергии.

Достоверность научных положений и результатов работы подтверждена представленными в диссертации результатами.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты могут быть применены в гелиоэнергетике на территории Севера и разработке способов повышения энергоэффективности и надежности солнечных электростанций.

Практическая значимость работы заключается во внедрении на отраслевом уровне научных положений и рекомендаций диссертации, обеспечивающих качественное функционирование солнечных электростанций в составе автономных энергосистем в удаленных и труднодоступных территориях Севера.

Также результаты диссертации использованы в:

- Исполнении государственного задания по проекту FWRS-2021-0013 «Исследования путей повышения эксплуатационной надежности и эффективности интеллектуальных электроэнергетических систем в условиях Севера и Арктики» №121032200059-7 по приоритетному направлению ПФНИ в РФ 2.5.1 Энергетика и рациональное природопользование.
- Применении в производственных процессах Министерства жилищно-коммунального хозяйства и энергетики Республики Саха (Якутия), ГАУ РС(Я) «Центр развития ЖКХ и повышения энергоэффективности» и ООО «ЯкутскЭкоСети».
- Применении учебной дисциплины «Общая энергетика» СВФУ.
- Разработке технико-экономического обоснования строительства солнечной электростанции в Нерюнгринском ГОК и стратегии развития ООО «ЯкутскЭкоСети» с видением до 2032 г.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом

Диссертация Местникова Н.П. включает в себе: введение; пять глав; заключение; список сокращений; список литературы из 225 наименований; три приложения на 16 страницах. Материал диссертации изложен на 226 страницах машинописного текста и включает 117 рисунков и 32 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования; сформулированы цели и научные задачи исследования; приведены основные научные результаты, выносимые на защиту; показана научная новизна исследований и оценена их практическая значимость; отражены уровень апробации и личный вклад соискателя в решении научных задач; представлены структура и объем диссертационной работы, а также количество публикаций.

В первой главе выполнен анализ существующих методов, способов, принципов работы всех типов солнечных электростанций, идентифицированы внешние факторы, влияющие на показатели работы солнечной электростанции, и выполнено описание используемых способов повышения энергоэффективности солнечных электростанций.

Во второй главе создана методологическая база исследования особенностей влияния внешних факторов Севера на работу солнечных электростанций. Изучены принципы работы фотоэлектрических панелей с учетом следующих внешних факторов – солнечная радиация, температура окружающей среды, поверхностное загрязнение, облачность, сезонные лесные пожары.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований по определению показателей влияния внешних факторов Севера на выработку электроэнергии от солнечной электростанции. Представлены показатели эффекта применения разработанных и предложенных способов повышения энергоэффективности на рабочие показатели солнечной электростанции, учитывая требования расчет t-критерия Стьюдента.

В четвертой главе представлены результаты оценки влияния предложенных способов на показатели надежности автономной энергосистемы с солнечной электростанцией. Рассмотренная система эксплуатируется на Северо-Восточной части России (северная Якутия). Для выполнения оценки надежности выбрана автономная энергосистема в с. Мачах с установленной мощностью 90 кВт.

В пятой главе представлены результаты оценки технико-экономического эффекта применения солнечной электростанции с предложенными способами в рассматриваемую автономную энергосистему. В Для выполнения оценки применены следующие способы: способ защиты фотоэлектрических панелей солнечной электростанции от поверхностного загрязнения; дугообразный способ размещения фотоэлектрических панелей солнечной электростанции; способ повышения энергоэффективности для двухсторонних фотоэлектрических панелей солнечной электростанции.

В заключении представлены ключевые результаты и выводы диссертационной работы Местникова Н.П.

В диссертации имеются **приложения, а именно:** акты внедрения результатов исследований; патент на изобретение; два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ; результаты расчетов t-критерия Стьюдента.

Таким образом, можно заключить, что поставленная во введении цель диссертационного исследования достигнута, а задачи выполнены.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает суть и содержание диссертации.

6. Соответствие диссертации паспорту научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы

Материалы диссертации соответствуют следующим пунктам паспорта научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы: п. 1 – «Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и

принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования»; п. 6 – «Теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование, проектирование энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов, функционирующих на основе преобразования возобновляемых видов энергии (энергии водных потоков, солнечной энергии, энергии ветра, энергии биомассы, энергии тепла земли и других видов возобновляемой энергии) с целью исследования и оптимизации их параметров, режимов работы, экономии ископаемых видов топлива и решения проблем экологического и социально-экономического характера».

7. Апробация работы и публикации

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на конференциях:

- Евразийский Симпозиум по проблемам прочности и ресурса в условиях низких климатических температур «EURASTRENCOLD», г. Якутск, сентябрь 2020–2023 гг.;
- Всероссийский конкурс Фонда содействия инновациям «Студенческий Стартап (3-я очередь)», г. Москва, май 2023 г.;
- International Russian Automation Conference (RusAutoCon), г. Сочи, сентябрь 2021–2023 гг.;
- International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon), г. Магнитогорск, сентябрь 2021–2022 гг.;
- International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), г. Сочи, июнь 2020–2022 гг.;
- Всероссийский конкурс Фонда содействия инновациям «У.М.Н.И.К.», г. Якутск, декабрь 2020 г.;

• Всероссийский молодежный конкурс «Россия. Экология. Энергосбережение», г. Москва, февраль 2019 г.

Публикации.

По материалам исследования диссертации опубликовано 22 работы, в том числе: 8 работ в рецензируемых журналах из перечня рекомендованных ВАК Российской Федерации; 3 работы в журналах, индексируемых в международной базе данных Scopus; 2 монографии, индексируемые в базе данных РИНЦ; 1 патент на изобретение; 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ; 6 работ в материалах всероссийских и международных конференций. Личный вклад в совокупности в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60% от общего объема публикаций.

Личный вклад автора заключается в самостоятельном проведении теоретического анализа, натурных исследований, обработке и оценке полученных данных, в разработке способов повышения энергоэффективности солнечных электростанций и методики оценки энергетического потенциала объектов гелиоэнергетики.

Все результаты, представленные в диссертации, получены автором самостоятельно или при непосредственном участии, доля которой составляет не менее 60%. Представление изложенных в диссертации и выносимых на защиту результатов, полученных в совместных исследованиях, согласовано с соавторами.

8. Вопросы и замечания по содержанию диссертационной работы

1. В диссертации везде применяется термин «Солнечная электростанция». На сегодняшний день существуют различные типы солнечных электростанций в том числе башенного типа, сущность работы которого состоит в концентрации энергии Солнца в одну точку для последующего нагрева теплоносителя. Для объектов, которые применяют фотоэлектрические панели, используют термины «Фотоэлектрическая

станция» (ФЭС) или «Фотоэлектрическая солнечная электростанция» (ФСЭС). В диссертации следовало бы оперировать данными терминами.

2. В Главе 1 на стр. 43-44 представлен перечень внешних факторов, которые влияют на функционирование солнечных электростанций. Ключевыми факторами являются поверхностное загрязнение (пыль, снег), температура окружающей среды, облачность, лесные пожары и др. В ходе весеннего и осеннего периодов эксплуатации существует проблема образования обледенения поверхности фотоэлектрической панели, что снижает ее выработку электроэнергии. Обледенение образовывается по причине значительных перепадов температуры среды. На сколько повлияет обледенение на функционирование солнечных электростанций, размещенных на территории Северо-Востока России? И как снизить влияние обледенения?

3. В Главе 2 приведено описание места проведения исследований. На рис. 2.1-2.2 представлены внешние виды монокристаллических, поликристаллических и двухсторонних фотоэлектрических панелей, которые использованы для выполнения исследований по диссертации. В соответствии с рис. 1.18 (Глава 1) существуют еще три вида фотоэлектрических панелей. Почему не были дополнительно исследованы остальные виды панелей в том числе аморфные (гибкие)? Возможно, в случае исследования остальных типов панелей результаты исследования были немного другими.

4. В параграфе 3.5.1 Главы 3 представлено исследование по определению показателя влияния лесных пожаров на работу солнечной электростанции. Каким образом вычислено снижение генерирующей мощности фотоэлектрической панели при лесных пожарах? В разные дни показатели солнечной инсоляции имеют другие количественные параметры.

5. В Главе 3 на стр. 125-128 представлены закономерности, с помощью которых выполняется расчет годовой выработки электроэнергии от солнечной электростанции с учетом внешних факторов. Как именно была вычислена вероятность возникновения лесного пожара в определенный период времени?

6. В Главе 3 на стр. 126 введены дополняющие коэффициенты для обновления существующей методики расчета годовой выработки электроэнергии от солнечной ЭС. Откуда они взялись? Как получены и проверены?

7. В Главе 3 на стр. 136 представлены способы наземного размещения фотоэлектрических панелей. При изогнутом расположении используется две панели, при дугообразном три. Как в ходе вашего эксперимента производился расчет и сравнение этих систем? Целиком от системы или в среднем на панель?

8. На рис. 3.48 Главы 3 представлена трекерная установка. Данные установки питаются от фотоэлектрических панелей или АКБ. В ходе исследований точно была облачная погода, что затрудняет работу трекерной установки. Необходимо пояснение порядка работы установки при нестандартных ситуациях (облачность, туман, сильный ветер и др.).

9. В ходе оценки надежности автономной энергосистемы в Главе 4. Какой временной диапазон был выбран и почему?

10. В тексте диссертации содержатся незначительные пунктуационные ошибки.

9. Соответствие диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842

Диссертация Местникова Н.П. «Разработка и исследование способов повышения энергоэффективности солнечных электростанций в условиях Севера» соответствует пункту 9, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические, технологические или иные решения, направленные на повышение энергетической эффективности и исследование особенностей функционирования солнечных электростанций в условиях Севера, внедрение которых вносит значительный вклад в развития энергетики.

Диссертация соответствует пункту 10, поскольку обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения; практическое использование результатов исследования подтверждено актами внедрения. Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены сравнением с другими известными решениями.

Результаты исследований опубликованы в восьми рецензируемых научных изданиях, что отвечает требованиям пунктам 11 и 13.

Диссертация соответствует пункту 14, поскольку содержит ссылки на источники заимствования материалов и на работы других авторов, а также отмечен конкретный личный вклад автора соискателя.

Заключение

Диссертация Местникова Николая Петровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлена разработка способов повышения энергоэффективности солнечных электростанций и исследование особенностей их функционирования в условиях Севера.

Автореферат соответствует диссертации и отражает ее содержание. Положения, выносимые на защиту, основные результаты и выводы по диссертации опубликованы автором в рецензируемых научных журналах и трудах конференций, в достаточном объеме. Объем публикаций и сроки их выхода показывает, что работа выполнена автором самостоятельно, на хорошем научном уровне.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Местникова Николая Петровича «Разработка и исследование способов повышения энергоэффективности солнечных электростанций в условиях Севера» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно п. 9–14

Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 25.01.2024), а сам соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Бубенчиков Антон
Анатольевич кандидат
технических наук
по специальности 05.14.02 –
Электрические станции и
электроэнергетические
системы, доцент, доцент,
доцент кафедры
«Электроснабжение
промышленных
предприятий» ФГБОУ ВО
«Омский государственный
технический университет»,
privetomsk@mail.ru,
Тел. + +7 913 978-03-32
644050, Россия, г. Омск,
проспект Мира, 11, корпус
6, ауд. 234

Бубенчиков Антон Анатольевич
2024

Подпись Бу
заверяю:
Ученый сек
ВО ОмГТУ

Получил в совет 06.05.2024г
Ученый секретарь ДС РИ /Борисов В.В./
С отзывом диссертации 08.05.2024г /Мещеряков Н.П./