

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный

университет им. Р.Е. Алексеева»

д.ф-м.н., профессор

_____/А.А. Куркин/

«24» апреля 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева» 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 темы выполненной работы

Тема диссертации, посвященной исследованию влияния внешних факторов Севера на рабочие показатели функционирования солнечных электростанций и разработке способов для снижения их влияния, является актуальной в связи с активным применением объектов возобновляемой энергетики в автономных энергетических системах Севера. Слаборазвитая транспортная инфраструктура, географическая отдаленность и сложные климатические условия Северо-Восточной части РФ в значительной мере увеличивают себестоимость вырабатываемой электроэнергии от традиционных источников энергии (от 50...60 руб/кВт·ч). В связи с этим с начала 2000-х годов активно внедряются ветровые и солнечные электростанции для частичной компенсации выработки электроэнергии от дизельных электростанций.

Анализ ветрового потенциала на Северо-Востоке России показывает, что применение ветровых электростанций имеет ограниченный характер по причине возможности эксплуатации только на прибрежной территории материка с глубиной 100...150 км. Однако анализ потенциала солнечной

энергетики страны показывает полную возможность применения солнечных электростанций на значительной части рассматриваемой территории по причине того, что: годовая продолжительность солнечного сияния более 1700 час/год; среднесуточная солнечная инсоляция – 3...3,5 кВт·ч/м².

В данной работе автор выполнил ряд экспериментальных исследований по идентификации характера и показателей влияния климатических и внешних факторов Севера на функционирование солнечных электростанций, а также разработал несколько прикладных способов по снижению их отрицательного влияния.

2. Цель работы

Основной целью работы является решение научно-технической задачи: повышение энергоэффективности и точности результатов оценки технико-экономических параметров функционирования солнечных электростанций в условиях Северо-Востока России, как элемента автономных энергосистем.

3. Практическая значимость результатов работы

Результаты данной работы вносят вклад в развитие возобновляемых источников энергии в том числе гелиоэнергетики. Экспериментальные данные, полученные в ходе реализации диссертационных исследований, имеют практическую значимость, так как могут быть применены в актуализации программ повышения энергетической эффективности солнечных электростанций и положены в основу проектирования, строительства и эксплуатации солнечных электростанций, функционирующих в составе автономных энергетических систем, на территории Севера.

4. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных результатов обеспечена:

1. Выполнением натурных исследований, учитывающих ключевые требования теории планирования экспериментальных исследований и климатические условия.

2. Получением результатов интеллектуальной деятельности – патента на изобретение и двух свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

3. Применением математической модели, имеющей свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

4. Подтверждением принятых условий совпадения результатов имитационных расчетов с показателями функционирования существующих солнечных ЭС Севера в пределах $\pm 4 \dots 5\%$.

5. Выполнением оценки технико-экономических параметров и вычислением показателей надежности солнечной электростанции в составе автономной энергосистемы на территории Севера.

5. Содержание выполненной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 225 наименований и трех приложений на 16 страницах. Материал диссертации изложен на 226 страницах машинописного текста и включает 117 рисунков и 32 таблицы.

Во введении представлена актуальность темы исследования; определена цель и научные задачи исследования; приведены основные научные результаты, выносимые на защиту; сформирована научная новизна исследований и проанализирована 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 проведен анализ основных теоретических методов, прикладных способов и базовых принципов технологического цикла работы различных видов солнечных электростанций. Идентифицирован перечень внешних факторов окружающей среды, влияющих на рабочие характеристики и параметры работы фотоэлектрических панелей солнечных электростанций. Проведен обзорный анализ применяющихся способов повышения выработки электроэнергии, снижения температуры поверхности фотоэлектрических панелей и энергетической эффективности солнечных электростанций.

Во второй главе представлен перечень ключевых закономерностей, формул и методик расчета электроэнергетических параметров работы солнечных электростанций, учитывая базовые показатели траектории движения источника солнечного излучения. На базе такого перечня сформирована методологическая база для изучения показателей влияния внешних факторов окружающей среды на рабочие характеристики и параметры работы солнечных электростанций. Исследование и полностью описаны технологические циклы функционирования фотоэлектрических панелей с учетом следующего перечня внешних факторов окружающей среды: солнечная инсоляция; температура окружающей среды (воздуха); загрязнение пылью или снеговым покровом; различные типы облачности; сезонные лесные пожары.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований по определению показателей влияния внешних факторов окружающей среды Севера на рабочие характеристики и параметры работы солнечных электростанций. Представлены исследованные и разработанные способы повышения выработки электроэнергии и снижения отрицательного влияния загрязнения (мелкие фракции пыли и снеговой покров) поверхности фотоэлектрических панелей солнечных электростанций. Проведенные исследования выполнены в соответствии с требованиями теории планирования экспериментальных исследований, учитывая расчет t -критерия Стьюдента. Полученные показатели влияния внешних факторов окружающей среды Севера применены в качестве дополняющих коэффициентов. Указанные коэффициенты использованы при обновлении математической модели функционирования солнечной электростанции. Введение коэффициентов позволило увеличить точность расчета выработки электроэнергии при сопоставлении с фактическими данными выработки реально действующих объектов гелиоэнергетики на территории Северо-Восточной части РФ.

В четвертой главе проведена оценка влияния исследованных и разработанных способов повышения энергоэффективности на показатели надежности работы автономной энергетической системы с дизельной и солнечной электростанциями. Для выполнения оценки подобрана автономная

энергосистема, расположенная в населенном пункте Мачах на севере Якутии с установленной мощностью 90 кВт, где зимний максимум – 75 кВт, а летний минимум – 37 кВт.

В пятой главе проведена оценка влияния исследованных и разработанных способов повышения энергоэффективности на технико-экономические и экологические показатели работы рассматриваемой автономной энергетической системы с дизельной и солнечной электростанциями. Для выполнения оценки рассмотрены следующие варианты применения предложенных способов: способ I – способ защиты фотоэлектрических панелей от загрязнения их поверхности; способ II – комплексное применение двух разработанных способов (способы 2 и 3).

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

Приложения диссертационной работы включают: акты внедрения результатов диссертации; патент на изобретение; свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ; результаты расчетов t-критерия Стьюдента

Автореферат диссертационной работы изложен на 20 страницах и состоит из: 6 рисунков; 11 таблиц; списка опубликованных работ. Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертационной работы. В автореферате в последовательном порядке раскрыты цель, задачи и методы исследования, представлены основные результаты работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

6. Научная новизна результатов работы

- Предложены дополняющие коэффициенты к существующей методике оценки энергетического потенциала солнечных электростанций, увеличивающие точность расчета годовой выработки электроэнергии.
- Предложена математическая модель оценки энергетического потенциала солнечных электростанций, учитывающая внешние факторы Северо-Востока России.
- Предложена реализация способа защиты фотоэлектрических панелей солнечных электростанций от поверхностного загрязнения на основе

воскового жидкого покрытия, способствующего уменьшению периодичности очистки панелей.

- Впервые предложен новый способ дугообразного размещения фотоэлектрических панелей солнечных электростанций, учитывающий траекторию движения Солнца, и позволяющий увеличить выработку электрической энергии.

7. Полнота опубликованных результатов и апробация работы

Основные результаты диссертации были представлены на 6 конференциях всероссийского и международного уровней. Также результаты диссертации опубликованы в 22 научных работах, в том числе: 8 работ в рецензируемых журналах из перечня рекомендованных ВАК РФ; 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.

8. Вопросы и замечания по работе

На обсуждение выносятся следующие основные вопросы и замечания:

1. Каким образом была оценена достоверность и точность обновленной математической модели, где были применены дополняющие коэффициенты?

2. Учитывалась ли возможность параллельного влияния трех и более внешних факторов на выработку электроэнергии от солнечной электростанции?

3. Выполнялось ли сопоставление показателей влияния внешних факторов окружающей среды на иные виды солнечных панелей? В проведенном исследовании использованы моно- или поликристаллические солнечные панели?

4. Почему выработка электроэнергии от солнечной электростанции с дугообразным размещением солнечных панелей в зимний, весенний и осенний периоды меньше, чем на летний при сопоставлении с линейным размещением панелей?

5. Производилась ли технико-экономическая оценка применения предложенных способов повышения энергоэффективности в солнечных электростанциях большей мощности (более 100 кВт установленной мощности)? Если невозможно их применить, то почему?

6. Как вычислялся показатель отрицательного влияния лесных пожаров на электроэнергетические показатели солнечной электростанции? Поскольку показатель солнечной радиации может меняться с каждым днем даже при ясной погоде, а лесной пожар не длится в течение значительного времени.

7. В автореферате в табл. 10 отмечено применение специального покрытия для бифациальных солнечных панелей. Почему при экспериментах не применяли искусственные стекла или другие типы отражателей?

8. При обработке экспериментальных данных почему использован именно t-критерия Стьюдента? Возможно ли использование иных критериев, например, Уилкоксона-Манна-Уитни, Пирсона, асимметрии и других?

Указанные вопросы и замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы.

9. Заключение

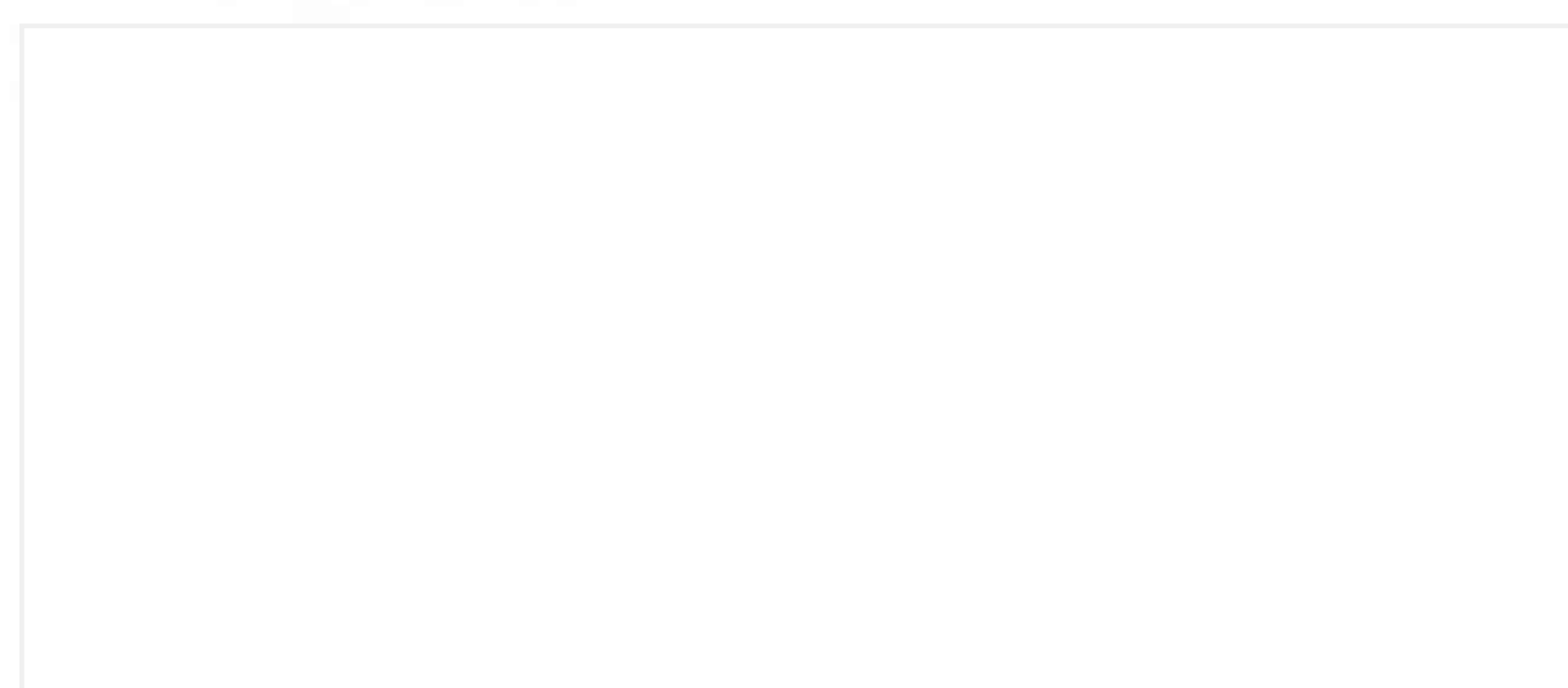
Диссертационная работа Местникова Н.П. «Разработка и исследование способов повышения энергоэффективности солнечных электростанций в условиях Севера» представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тематику. Диссертационная работа, полностью удовлетворяет критериям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 25.01.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Местников Николай Петрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Диссертационная работа доложена, обсуждена и получила положительную оценку на расширенном заседании кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО

«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» «19» апреля 2024 г. (Протокол №6).

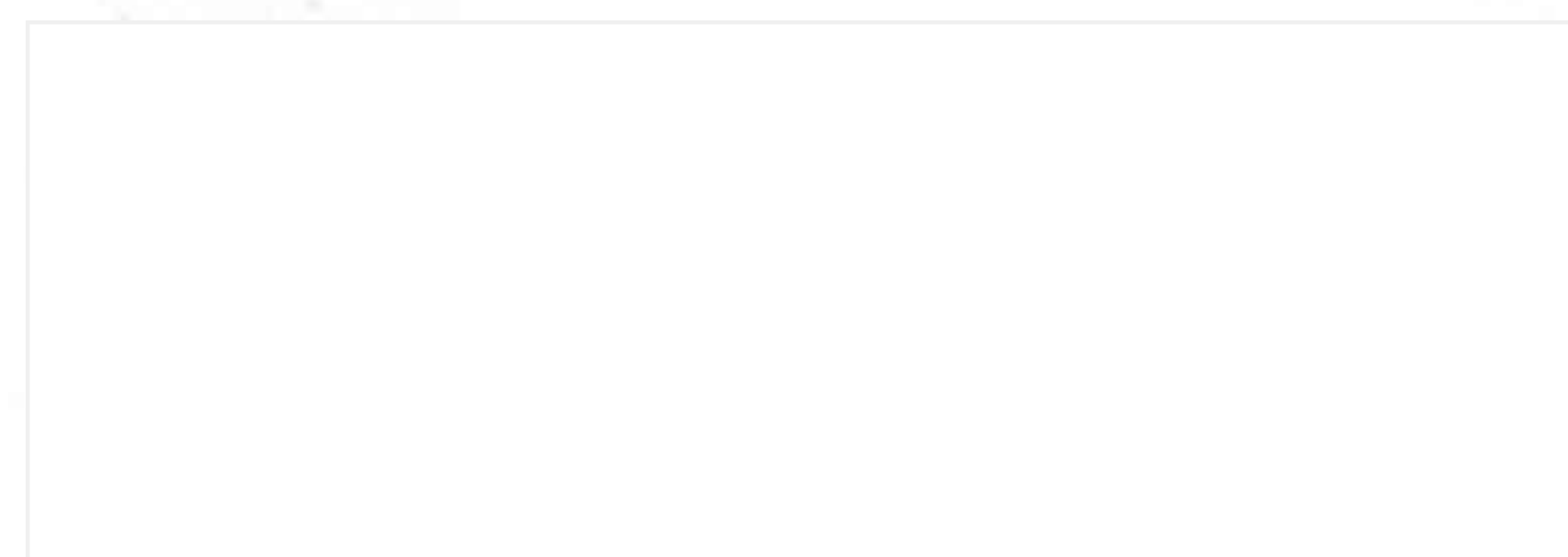
Отзыв на диссертационную работу Местникова Н.П. подготовлен доктором технических наук, профессором кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» Куликовым А.Л.

Заведующий кафедрой
«Электроэнергетика,
электроснабжение и силовая
электроника»,
кандидат технических наук, доцент



Севостьянов
Александр Александрович

Профессор кафедры
«Электроэнергетика,
электроснабжение и силовая
электроника»,
доктор технических наук, профессор



Куликов
Александр Леонидович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Адрес: 603155, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24

Телефон: 8 (831)436-23-25

Веб-сайт: <https://www.nntu.ru/>

E-mail: nntu@nntu.ru

*Поступил в совет 06.05.2024 / Воронин О.В.
Учёный секретарь Дс ДУ
С отзывом ознакомлен 08.05.2024 / Местников Н.П.*