

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Таджикского технического
университета имени академика
М. С. Осими, д.т.н., профессор

Давлатзода К.К.

«23» _____ 2026 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Махмудзода Бехруз Нозир «Оценка эффективности крышных фотоэлектрических систем на основе геоинформационной системы в условиях Таджикистана», на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3. Энергетика и электротехника (2.3.3. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии)

1. Соответствие темы и содержания диссертации паспорту научной специальности. Тема диссертации соответствует паспорту специальности 2.3. Энергетика и электротехника (2.3.3. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии). Работа охватывает вопросы математического моделирования фотоэлектрических установок, разработки алгоритмов оценки их параметров, а также методы технико-экономической оптимизации режимов использования. Содержание диссертации полностью отражает заявленную специальность и отвечает требованиям ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

2. Актуальность темы исследования. Актуальность диссертационного исследования обусловлена необходимостью диверсификации энергетического баланса Республики Таджикистан, высокой сезонной зависимостью гидроэнергетики и растущей потребностью в развитии распределённой генерации. Использование крышных фотоэлектрических систем рассматривается как перспективное направление повышения устойчивости энергоснабжения, особенно в условиях городов. Отсутствие детализированных пространственных данных (LiDAR, 3D-кадастров) делает задачу научно сложной и практически значимой.

Таким образом, тема диссертации является своевременной и стратегически важной для энергетического развития страны.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации. Научные положения диссертации базируются на применении современных геоинформационных

методов, анализе открытых пространственных данных (Microsoft Building Footprints, OSM), использовании спутниковых климатических массивов PVOUT, а также на разработанных автором алгоритмах определения ориентации и полезной площади кровель.

Экономический блок исследования включает расчёт приведённой стоимости электроэнергии (ПСЭ), чистой приведённой стоимости (ЧПС), срока окупаемости, анализ чувствительности и моделирование сценариев стимулирующего тарифа.

Выводы логично вытекают из проведённых расчётов и подтверждены экспериментальной валидацией.

4. Научная новизна и достоверность полученных результатов

Научная новизна работы заключается в следующем:

- разработан алгоритм автоматизированного определения ориентации крыш методом Minimum Rotated Rectangle;
- предложена адаптированная к условиям Таджикистана методика геоинформационной оценки технического потенциала крыш;
- создана комплексная модель технико-экономической оценки эффективности крышных СФЭС;
- сформирован цифровой «солнечный кадастр» зданий на национальном уровне.

Достоверность результатов обеспечена использованием международной верифицированных климатических данных, воспроизводимостью алгоритмов и сопоставлением результатов с фактическими показателями действующих солнечных установок.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации.

Результаты исследования могут быть использованы:

- при формировании государственной политики в области ВИЭ;
- при разработке программ поддержки распределённой генерации;
- в деятельности проектных и инженерных организаций;
- при создании муниципальных солнечных кадастров;
- при разработке механизмов «зелёного тарифа».

Работа обладает высокой практической ценностью и может быть масштабирована на уровень отдельных городов и страны в целом.

6. Степень достоверности результатов исследования, точность и обоснованность результатов исследования.

Применённые методы пространственного анализа и расчёта инсоляции основаны на общепринятых международных подходах.

Проведён анализ чувствительности моделей к вариации входных параметров. Полученные зависимости устойчивы и соответствуют теоретическим ожиданиям.

Результаты апробированы на международных научных конференциях и опубликованы в рецензируемых журналах, включая издание, индексируемое в базе Scopus.

7. Личный вклад соискателя в исследование. Все алгоритмы, расчётные процедуры, ГИС-модуль и аналитические выводы выполнены автором лично. Личный вклад соискателя является существенным и определяющим.

8. Публикации результатов диссертации в рецензируемых научных журналах. По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе:

- 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus;
- 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ;
- 4 публикации в материалах международных конференций.

Публикации отражают основные положения диссертационного исследования.

9. Оценка содержания диссертации и степени её завершенности. Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, выводов и списка литературы. Объем работы составляет 142 страниц текста, включая 18 рисунок и 15 таблиц. Список литературы включает 137 источников.

Во введении, общей характеристики работы обосновывается актуальность диссертационного исследования, заключающаяся в необходимости решения проблемы сезонного энергодефицита в Таджикистане за счет развития распределенной солнечной генерации. Определяются степень разработанности научной проблемы, цель и задачи, объект и предмет исследования, формулируются научная новизна, теоретическая и научно-практическая значимость, положения, выносимые на защиту, а также практическая значимость работы.

Глава 1 посвящена комплексному анализу исходных предпосылок и научно-методической базы исследования. В ней решена ключевая задача по систематизации состояния энергетической системы Таджикистана, выявлению роли крышных фотоэлектрических систем (ФЭС) в ее устойчивости и критическому обзору международных и адаптированных подходов к оценке солнечного потенциала крыш с использованием геоинформационных систем (ГИС). На основе этого анализа сформулированы цели и конкретные задачи диссертации.

Глава 2 представляет разработку авторской методики комплексной технико-экономической оценки эффективности крышных ФЭС. В данной

главе решена задача создания последовательного алгоритма, объединяющего моделирование энергетической выработки (с учетом конфигурации крыш и локальных климатических данных) с детальным экономическим анализом (расчет ПСЭ, ЧПС, срока окупаемости) в условиях Таджикистана, а также описана архитектура ее геоинформационной реализации для автоматизированных расчетов.

Глава 3 содержит практическое применение разработанной методики для количественной оценки потенциала и эффективности крышных ФЭС в Таджикистане. В ней решена задача апробации модели на двух уровнях: масштабном (оценка по административным районам) и детальном (на примере г. Душанбе), включая расчет экономических показателей, анализ чувствительности, сравнительный анализ со странами Центральной Азии и экспериментальную валидацию влияния угла наклона панелей на выработку энергии.

Выводы содержат систематизированное изложение основных научных и практических результатов, полученных в ходе исследования, подтверждающих достижение поставленной цели и выполнение всех задач работы. В разделе «Рекомендации по практическому применению результатов» предложены конкретные пути внедрения разработанной методики и полученных данных для органов государственного управления, энергетических компаний и потенциальных инвесторов в Республике Таджикистан.

10. Соответствие оформления диссертации требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан.

Диссертация является завершённым научно-квалификационным трудом, выполненным на достаточном научном уровне. Структура работы логична, изложение последовательное, расчёты аргументированы.

11. Соответствие научной квалификации соискателя для получения учёной степени. Научная квалификация соискателя Махмудзода Б.Н. соответствует представленной научной специальности 2.3. Энергетика и электротехника (2.3.3. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии).

12. Замечания и спорные вопросы по поводу формирования диссертации. Независимо от достижений, успехов и целенаправленных предложений, данная диссертация имеет некоторые недостатки, спорные моменты, грамматические и орфографические ошибки, в том числе:

1. Из предложенной модели расчета годовой генерации на основе PV_{OUT} нет четкой ясности, что является входными/выходными параметрами, а также какие ограничения и допущения были приняты.

2. Во второй главе диссертации формула 2.1 ($r_{\text{крыши}}$) коэффициент пригодности принято равным 0,75, однако нет обоснования или пояснения откуда и на основании каких критерии принято данное значение.
3. В диссертации в разделе степени разработанности научной проблемы (вопроса) по оценке эффективности фотоэлектрических систем – не указаны научные достижения отечественных исследователей и ученых.
4. В диссертации и в автореферате сообщается об алгоритме геоинформационной реализации на базе Python – но, не приводится его подтверждения (фрагмент диалогового окна, свидетельство о регистрации программы или др. документ).
5. В автореферате имеются опечатки и грамматические ошибки, также в формулах индексы приведены в двух языках (русский и английский), рисунки плохо читаются.
6. В автореферате трудно проследить логической последовательности пояснения полученных научных результатов (новизны), а также невозможно понять (или выделить) пункты, выносимые на защиту.
7. В автореферате приведено 2 – таблицы и 3 – рисунок, что не даёт читателю полную информацию о проделанной работе и полученных результатов.

Имеющиеся недостатки не снижают научное качество диссертации. Взяв их во внимание, диссертант в дальнейшем повысит эффективность своих научных исследований.

Автореферат диссертации подготовлен в соответствии с установленным порядком присуждения учёной степени кандидата технических наук, отражает основное содержание исследования, в нём обоснованы и последовательно изложены ключевые научные положения, выводы и практические рекомендации.

13. Заключение по диссертации. В общем, диссертация Махмудзода Бехруз Нозир на тему «**Оценка эффективности крышных фотоэлектрических систем на основе геоинформационной системы в условиях Таджикистана**» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3. Энергетика и электротехника (2.3.3. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии) выполнена на необходимом научном уровне и по содержанию соответствует существующим.

Диссертация соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан и автор достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по

специальности 2.3. Энергетика и электротехника (2.3.3. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии).

Отзыв подготовлен в соответствии с пунктами 76-79 и 81 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденных постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267 (26 июня 2023 года, № 295)

Отзыв обсуждён и утверждён на расширенном заседании кафедры Электрические станции (протокол № 6 от 20.02. 2026 года).

На заседании присутствовали: 4 человек.

Результаты голосования: за – 14 человек, против – **нет**, воздержавшихся – **нет**.

Председатель заседания:

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой
«Электрические станции»

 Султонзода Шерхон
Муртазо


Эксперт:

к.т.н., доцент кафедры «Электрические
станции»

 Рахимзода Фирдавс
Мирзоумар

Секретарь заседания:

к.т.н., ассистент
«Электрические станции»

кафедры  Зокирзода Амирджон
Рахмон

Подписи Султонзода Ш.М., Рахимзода Ф.М. и Зокирзода А.Р. заверяю:

Начальник управления кадров и специальных работ
Таджикского технического университета
имени академика М.С. Осими



Кодирзода Н.Х.

Адрес: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых 10
Тел.: +992 (372) 21-35-11
e-mail: info@ttu.tj;
https://web.ttu.tj/

«20» февраля 2026 г.