

В диссертационный совет Д 212.298.05  
при федеральном государственном автономном  
образовательном учреждении высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)».  
454080, г. Челябинск, пр-т. им. В.И. Ленина, 76

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук Тягунова Михаила Георгиевича на диссертацию Махсумова Илхома Бурхоновича, выполненную на тему «Разработка энергокомплекса на базе возобновляемых источников энергии для электроснабжения труднодоступных районов Республики Таджикистан с использованием термозащиты солнечных модулей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

**Актуальность темы исследования.** Диссертационная работа посвящена разработке автономных энергетических комплексов для электроснабжения населения, проживающего в труднодоступных районах Республики Таджикистан, не имеющих централизованного электроснабжения.

Один из вариантов автономных комплексов – создание их на основе солнечных энергетических установок, что для южной страны, каковой является Таджикистан, представляется вполне обоснованным. Тогда повышение энергетической отдачи солнечных установок, в том числе и путем защиты поверхности солнечных модулей от перегрева, становится важной и актуальной задачей.

**Структура и содержание работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, перечня сокращений и условных обозначений, списка литературы из 197 наименований и 7 приложений. Общий объем работы составляет 209 страниц, и включает в себя 70 рисунков, 29 таблиц и 38 страниц Приложений.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, выносимые на защиту положения диссертации, сведения о научной новизне и практической значимости работы, методы и средства исследования и достоверность результатов, полученных в работе.

**В первой главе** проведен анализ современного состояния энергетики Республики Таджикистан, исследован и рассчитан энергетический потенциал солнечной энергии и показана целесообразность строительства на территории

республики солнечных фотоэлектрических электростанций. Отмечено, что на эффективность работы солнечных фотоэлектрических установок (СФЭУ) влияет температура солнечных модулей, из чего следует, что для повышения эффективности их работы нужно предусмотреть термозащиту или охлаждение солнечных модулей.

**Во второй главе** рассмотрены вопросы определения валового и технического потенциала солнечного излучения в стране, на основании чего определено размещение по территории площадок для сооружения солнечных электростанций и индекс пригодности этих мест для генерации энергии.

**В третьей главе** приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния температуры на величину энергии, производимой модулями СФЭУ. Предложено для получения энергетических характеристик модулей, заявляемых производителем, в структурную схему их расчета в реальных условиях эксплуатации включить блок термозащиты, целесообразность чего была подтверждена экспериментом.

**Четвертая глава** работы посвящена анализу существующих методов защиты модулей от перегрева. Предложен способ отражения инфракрасной составляющей солнечных лучей с помощью голограммической пленки. Проведено исследование внутренней структуры голограмм и предложена поверхность в виде «призмаконов» – концентраторов солнечных лучей. Разработана математическая модель зависимости температуры модуля с и без термозащиты. Приведен расчет экономической эффективности использования предлагаемого метода защиты.

**В пятой главе** рассмотрены возможности моделирования фотоэлектрических систем с помощью различных пакетов программ и произведен выбор электрооборудования, определена производительность и выработка электроэнергии смоделированной автономной системы электроснабжения удаленного населенного пункта.

**В заключении** сформулированы основные научные и практические результаты работы.

**Приложения** содержат документы, подтверждающие основные теоретические и экспериментальные данные диссертации, апробацию работы и акты внедрения результатов исследований.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты.

**Достоверность** научных положений и выводов подтверждается корректностью постановки задач, методик теоретического исследования и экспериментов, соответствием результатов моделирования результатам лабораторных и натурных исследований.

**Новыми научными результатами, полученными автором, являются:**

- карты валового и технического потенциала Республики Таджикистан;
- обоснование использования голографической термозащиты на основе призматических концентраторов солнечной энергии для повышения энергетической эффективности работы солнечных модулей.

### **Практическая ценность работы и реализация результатов**

Методика определения энергетических характеристик солнечных модулей при их эксплуатации в условиях высокой температуры воздуха и другие результаты исследования внедрены в учебный процесс двух университетов при подготовке бакалавров и магистров.

Разработанная термозащита в виде «призмаконов» на основе голографической пленки, обеспечивающая концентрацию солнечных лучей видимой части электромагнитного спектра, которая должна снизить степень деградации солнечных модулей из-за их перегрева и повысить энергетическую эффективность энергоустановок принята к внедрению ОАО «Системавтоматика» г. Душанбе, занимающейся строительством солнечных электростанций на территории Республики Таджикистан

Разработанная структура автономной солнечной электростанции используется ОАО «Душанбинские городские электрические сети» для создания солнечной электростанции с целью обеспечения электроэнергией собственных нужд предприятия.

**Основные публикации и апробация работы.** Основное содержание диссертации отражено в 18-ти публикациях, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в 5 материалах конференций IEEE, входящих в международные системы цитирования SCOPUS, 8 - в сборниках докладов и трудах российских и международных конференций РИНЦ, а также в 1 патенте РФ на полезную модель.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Приведенная в гл.2 методика выбора площадки для сооружения солнечной электростанции в значительной степени совпадает с методами определения технического потенциала солнечного излучения. В связи с этим возникает вопрос: а нужно ли вообще говорить о техническом потенциале солнечной энергетики, если его определение связано именно с определением доступности и эффективности рассматриваемых площадок для сооружения солнечных электростанций?

2. В работе рассмотрено несколько источников данных о солнечной радиации, однако выбор баз NASA-SEE и МЕТЕОНORM (стр.51) не имеет достаточного обоснования.
3. Чем объясняется, что на форму зависимости изменения мощности солнечного модуля с использованием термозащитной плёнки и без нее (см. рис. 4.4-4.6 диссертации) большее влияние оказывает изменение формы тока, чем напряжения, хотя, как отмечено в работе, изменение значений тока и напряжения подчиняются закону поступления солнечной радиации на поверхность принимающей площадки.
4. Автор предлагает использовать внутреннюю структуру голограмических пленок в виде призм, параметры которых он в дальнейшем определяет. Однако не ясно чем все-таки обоснован выбор именно призматической формы концентраторов?
5. Введение концентраторов снижает температуру поверхности модуля на  $3,54^{\circ}\text{C}$  (стр. 116-117 диссертации), что, как утверждает автор, «значительно повышает эффективность солнечных электростанций при эксплуатации в условиях жаркого климата». С другой стороны, количество энергии, произведенной СФЭУ, увеличивается вследствие концентрации солнечной радиации. За счет чего же повышается энергетическая эффективность модуля: за счет увеличения потока радиации или снижения его температуры?
6. На стр. 135 автор отмечает, что характеристики модуля построены при температуре окружающей среды  $35^{\circ}$  и  $55^{\circ}\text{C}$ , а на стр. 116 и стр. 118, что «характеристики СМ при STC и при температурах  $45^{\circ}\text{C}$  с учетом термозащитного блока приведены на рис. 4.29-4.30». Можно ли делать общие выводы по опытам, проведенным в несравнимых условиях?
7. Как определена достаточность резервного генератора, мощностью 3 кВт (стр. 139) при том, что на стр. 129 указано: «...пиковая мощность нагрузки, в которой по необходимости используется большинство электроприемников, составляет 6573 Вт», т.е. 6,5 кВт? И это при том, что гарантия электроснабжения от СФЭУ нигде не указана?

## Заключение

Диссертация Махсумова Илхома Бурхоновича соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы и указанным в нем областям исследований п.п. 1, 2, 4, имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи разработки энергокомплекса для электроснабжения труднодоступных районов Республики Таджикистан на базе солнечной энергии с использованием термозащиты солнечных

модулей от перегрева и повышения выработки электроэнергии в условиях жаркого климата.

Диссертация по объёму исследований, научной и практической значимости полностью соответствует требованиям пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней...» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., №842, с изменениями постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении учёных степеней», а ее автор, Махсумов Илхом Бурхонович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

**Официальный оппонент,**  
профессор кафедры  
«Гидроэнергетика и  
возобновляемые источники  
энергии» Федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный  
исследовательский университет  
«МЭИ»,  
доктор технических наук,  
профессор



Михаил Георгиевич  
Тягунов

21.02.2021

Адрес: 111250, Россия, г. Москва,  
ул. Красноказарменная, д. 14,  
тел. +7(495)-362-72-51,  
Эл.адрес: [mtyagunov@mail.ru](mailto:mtyagunov@mail.ru)

Подпись М.Г.Тягунова заверяю

Начальник управления по работе с персоналом НИУ «МЭИ»



Н.Г.Савин