

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента,  
заместителя директора ООО «НПП Динамика», г. Екатеринбург,

Матвеева Андрея Валентиновича

на диссертацию Агъекума Эфраима Бонаха

«Исследование потенциала ветровой и солнечной энергии в Республике Гана и научное обоснование площадок для размещения ВЭУ и СЭС»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5. Энергетические системы и комплексы

1. **Актуальность темы диссертационного исследования** в настоящее время на долю ВИЭ Ганы приходится лишь 0,5 % энергетического баланса, что было признано крайне неадекватным, учитывая огромные ресурсы ВИЭ страны. Поэтому к 2030 году правительство Ганы планирует увеличить состав ВИЭ в энергетическом балансе страны примерно до 10%. В связи с отмеченным, актуальность работы по возобновляемой энергетике для Ганы сомнений не вызывает.

2. **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность основных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы базируется на использовании теоретических и экспериментальных методов исследования с применением современных программных средств и соответствующего оборудования.

Данные были получены автором путем проведения экспериментальных исследований на созданных установках.

3. **Научная новизна положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

1) Впервые выполнена оценка потенциала солнечной энергетики и энергии ветра в трех географических зонах территории Республики Ганы: северной, центральной и южной.

2) Впервые на основе использования комплексной методики DBSCAN и АНР определены территории Ганы для солнечных и ветряных электростанций с учетом существующих линий электропередач и потенциальных объектов потребления.

3) Автором разработан и реализован эффективный двухповерхностный способ охлаждения ФЭП для экваториальных стран с жарким климатом, позволяющий повысить КПД солнечных станций.

4) Разработан и реализован способ охлаждения ФЭП, использующий комбинацию ребер из алюминия и материала с фазовым переходом (парафиновый воск), что позволило повысить КПД в условиях экваториальных стран.

5) Предложена и реализована комбинация ультразвукового увлажнителя и ребер из алюминия для эффективного охлаждения панели ФЭП для экваториальных стран.

#### *4. Практическая ценность диссертации заключается в следующем:*

- 1) Предложена расчетная модель для оценки работы солнечных
- 2) Получены новые экспериментальные результаты.

#### *5. Содержание диссертационной работы*

Рассматриваемая работа содержит 207 с. Машинописного текста, в т.ч. список литературы (245 источника) и 5 приложений. Материал диссертации размещен в пяти главах, включает 114 рисунков и 37 таблиц.

Во введении обоснована актуальность диссертации; определены объект и предмет исследований; сформулированы цель и задачи работы; обозначены научная новизна, теоретическая и практическая значимость представляемых материалов; сформулированы положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** охватывает обзор текущего состояния энергетики в стране потенциала ВИЭ Ганы, описание различных возобновляемых

источников энергии, имеющихся в стране: солнечных, ветряных, биоэнергетических, волновых и гидроресурсов. Представлен принятый в ноябре 2011 года парламентом Ганы «Закон о возобновляемых источниках энергии» (Закон 832), который направлен на обеспечение правовой основы развития ВИЭ. Показана организационная структура электроэнергетического сектора страны, и описано очень слабое развитие ВИЭ в настоящее время. Представлены задачи исследования.

**Во второй глава** посвящена ветряной энергетике Ганы. Для определения мест размещения будущих ВЭУ был использован метод, включающий в себя комбинацию пространственного многокритериального анализа (MCDM), кластеризацию на основе плотности DBSCAN (впервые предложен Мартином Эстером, Хансом-Петером Кригелем, Йоргом Сандером и Сяовой Сюй, Германия) и метод анализа иерархии (АНР) для выявления и ранжирования потенциальных географических областей страны при проектировании ВИЭ. Эта комплексная методология обеспечивает автоматизированную процедуру оптимизации контуров границ территорий с использованием метода кластеризации на основе плотности DBSCAN. Выполнен технико-экономический анализ потенциальных ветряных электростанций для всех вероятных площадок по всей стране.

**В третьей главе** представлена оценка участков для размещения и разработки солнечных фотоэлектрических станций в Гане с использованием сочетания многокритериального принятия решения (АНР) и DBSCAN в среде QGIS, по аналогии с главой 2. После применения критериев оценки территории Ганы на основе методики АНР, её (территорию) подвергают кластеризации на основе плотности (DBSCAN), чтобы определить наиболее эффективные территориальные кластеры ФЭП для установки солнечных фотоэлектрических станций.

**В четвертой главе** представлена оценка технико-экономического анализа использования ресурсов солнечной энергии в Гане. При рассмотрении потенциала солнечной энергии были рассмотрены две технологии: фотоэлектрические СЭС и термодинамические солнечные электростанции. Для выполнения анализа территория страны была разделена на три участка: северный, средний и южный, которые имеют разнящиеся погодные характеристики. Для проведения экономического анализа с целью оценки целесообразности электростанций использовались критерии нормированной стоимости электроэнергии (LCOE) и чистой текущей стоимости (ЧТС).

**В пятой главе** представлены три разработанных способа снижения температуры панелей ФЭП, что очень важно для Ганы, которая расположена в тропиках с высокими температурами, что влияет на производительность модулей ФЭП.

В заключении приведены итоги выполнения работы.

*6. Общая оценка диссертации* в целом положительная. Поставленная цель исследования достигнута. Обозначенные задачи решены. Научные и практические результаты исследования представляют несомненный интерес для научных, проектных и конструкторских организаций, специализирующихся в области методов и технологий увеличения продуктивности и эффективности систем ФЭП и станций с ВЭУ.

Благоприятное впечатление производит факт широкой апробации основных результатов работы. Они представлены в 25-ти публикациях, из них 23 статей опубликованы в зарубежных изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science; 2 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ.

## **7. Замечания и вопросы**

1. Возможно ли использовать только DBSCAN и QGIS для определения потенциальных мест для установки как солнечных, так и ветряных электростанций? Какая разница возникает при добавлении АНР?
2. Предлагаю заменить определение «панели» на «ФЭП» в автореферате
3. Есть две формы расчета LCOE. Какую из них вы использовали в технико-экономическом анализе и почему Вы использовали ту, которую выбрали для анализа?
4. Учитывалась ли потребляемая мощность водяного насоса в эксперименте?

## **Заключение**

Диссертация «Исследование потенциала ветровой и солнечной энергии в Республике Гана и научное обоснование площадок для размещения ветровых и солнечных электростанций» является научно-квалификационной работой, в которой излагаются научно обоснованные результаты теоретических исследований по определению наиболее целесообразных мест для строительства крупномасштабных солнечных и ветряных электростанций, а также экспериментальное применение трех различных методов охлаждения электростанций ФЭП. Работа имеет достаточную новизну и дополняет существующие знания и научную теорию по возобновляемым источникам энергии. Предложенный подход к выявлению оптимальных мест для развития ВИЭ в Гане может быть использован в глобальном масштабе, а экспериментальные результаты также могут быть применены в странах с жарким температурным режимом для повышения эффективности электростанций с использованием ФЭП.

Диссертация соответствует требованиям пункта 9 "Положения о присуждении ученой степени ФГБОУ ВО "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина"», а её автор Агъекум Эфраим Бонах достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы.

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

кандидат технических наук, доцент,

« 07 » 06 2022 г.

Матвеев Андрей Валентинович

ООО «НПП Динамика», г. Екатеринбург,

заместитель директора,

Тел: +7 (922) 203-05-25

e-mail: [matandr@inbox.ru](mailto:matandr@inbox.ru)

Я, Матвеев Андрей Валентинович, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Агъекум Эфраим Бонах, и их дальнейшую обработку

Матвеев Андрей Валентинович / « 07 » 06 2022 г.

Подпись Матвеев А.В. заверяю.

Подпись:

Филиппенкова Е.В.

Печать

