

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Шеленка Евгения Анатольевича на диссертацию Болдырева Владислава Вячеславовича «Автоматизированная автономная гелиосистема с интеллектуальным модулем управления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

### **Актуальность исследований**

Системы управления элементами автоматизированных солнечных тепло и электростанций относится к разряду высоких технологий, обеспечивающих повышение эффективности преобразования энергии от возобновляемых источников. Такие системы позволяют повысить КПД солнечных плантаций при ограниченном потенциале эффективности поглощения кремниевых солнечных панелей.

Диссертация В.В. Болдырева «Автоматизированная автономная гелиосистема с интеллектуальным модулем управления» посвящена вопросам управления положением рабочей поверхности солнечных коллекторов. Автором подчеркивается необходимость применения систем управления следящими системами, входящими в состав именно вакуумных солнечных коллекторов, поскольку они имеют наибольший технико-экономический потенциал в регионах с пониженными температурами при высоких значениях воздействующей солнечной радиаций.

При этом рассматривается вопрос максимизации поглощения совокупного воздействующего на коллектор излучения средствами управления.

В данной области актуальны как теоретические исследования, направленные на разработку моделей и алгоритмов для реализации многокритериальных систем управления, так и апробация полученных результатов на практике, в том числе с программной реализацией.

### **Общая методология исследований**

В диссертационной работе на основании анализа состояния проблемы по литературным источникам сформулирована цель и основные задачи исследования, которые в полной мере соответствуют их значимости для науки и практики. В работе используется широкий спектр исследований, включающий проведение тестирований на разработанных имитационных моделях, основанных на статистических данных и физически корректных блоках из библиотек Matlab Simulink, моделирующих процессы воздействия совокупного излучения на поверхность и функционирование типовой системы отопления бойлерного типа с интегрированным соленым коллектором. Выполнена обработка данных анализа процессов исследуемых объектов с использованием аналитических и численных методов математического моделирования. Значительное внимание уделено исследованию стохастического процесса, воздействия отраженного излучения, с применением теории нечетких множеств. Теоретические исследования и имитационное моделирование послужили

основой для разработки средств контроля и управления процессом оптимизации положения поглощающей поверхности коллектора, при этом предложены новые прогнозирующий и оптимизирующий модули на базе систем нечеткого логического вывода для обработки информации фотоприемников, находящимся под воздействием излучения. Исследования систем проведено с использованием известных методов теории автоматического управления.

### **Внутреннее единство структуры работы**

Диссертация содержит введение, 3 главы, заключение, список литературы, включающий 121 наименование и приложение. Она выполнена на 172 страницах машинописного текста, включая рисунки, и таблицы.

Во введении сформулирована актуальность проблемы, дана общая характеристика работы, поставлены цель и задачи исследований, сформулированы положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость результатов.

В первой главе представлены результаты исследования процесса преобразования солнечного излучения в тепло с применением технических средств входящих в отопительную систему бойлерного типа с солнечным коллектором и нагревательным котлом. Предложена имитационная модель исследуемого процесса.

Во второй главе предложена концепция интеллектуальной системы управления положением поглощающей поверхности солнечного коллектора с функционалом качества, предполагающим максимизацию полученной, энергия при наименьших затратах дополнительной энергии на выполнение синтезированного закона управления. Предложена авторская программная реализация системы слежения за направлением прямого солнечного излучения.

В третьей главе представлена реализация предложенной интеллектуальной автоматизированной системы управления, приведены результаты её тестирования, выполнено технико-экономическое обоснование внедрения предложенных решений в эксплуатацию в составе отопительной системы помещения. Представлен реализованный макет программно-аппаратного комплекса, соответствующего описанию изобретения автора (патент на изобретение № 0002693968).

В заключении изложены основные результаты работы.

В приложении представлены: Расширенная визуализация результатов работы автора, программный код, дополнительные результаты тестирований, копии документов, подтверждающих внедрение и использование результатов диссертации.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Основные выводы и положения подтверждаются корректным использованием математического аппарата, моделированием на ЭВМ, не противоречат исследованиям других авторов и не вызывают сомнений.

### **Научная новизна**

1. Предложены модели процессов преобразования отраженного, диффузного и прямого излучения, средствами бойлерной системы отопления, включающей солнечный коллектор.
2. Впервые получена математическая модель сигналов воздействующего прямого, диффузного и отраженного излучения, реализованная в Matlab
3. Разработан метод оптимизации положения поверхности солнечного коллектора на базе интеллектуальных алгоритмов управления, позволяющих повысить эффективность процесса получения энергии.
4. Разработан интеллектуальный модуль управления положением рабочей поверхности солнечного коллектора на базе имитационной модели в составе модулей имитаторов влияния внешней среды на процесс получения энергии.
5. Разработаны алгоритмы и программная реализация механизмов функционирования интеллектуальной системы управления автоматизированной геосистемой.
6. Разработаны новые функциональные схемы бойлерной системы отопления с интегрированным солнечным коллектором и декомпозицией сопряженной интеллектуальной системы управления.

### **Значение исследований для науки и практики**

Полученные результаты, выводы и рекомендации имеют существенное значение для теории управления технологическими процессами преобразования солнечного излучения, в частности, для реализации высокоэффективных солнечных планетий. Практическая значимость работы подтверждена актом внедрения.

### **Соответствие содержания диссертации опубликованным работам**

Основные результаты диссертации опубликованы в 15 печатных работах, из них 2 в изданиях по перечню ВАК РФ, 3 в изданиях из баз Scopus и/или Web of Science, 7 в изданиях, индексируемых в базах РИНЦ, получен 1 патент на изобретение и 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Работа обсуждалась на всероссийских и зарубежных конференциях и конкурсах:

- международной мультидисциплинарной конференции по промышленному инжинирингу и современным технологиям «Far East Con», г. Владивосток, 2019, 2020;
- international Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Tech.;
- международной научно-практической конференции «Производственные технологии будущего: от создания к внедрению» 2019;
- III всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 2020.

На научных конкурсах:

- краевом конкурсе молодых учёных и аспирантов в сфере научных исследований, ФГБОУ ВО «КНАГУ», г. Хабаровск (2019-2021);

– конкурсе совета по грантам Президента Российской Федерации (разработка, была поддержана грантом, в период с 2018 по 2020 годы);

– в рамках программ: Национальной Технологической Инициативы (2018-2019), г. Владивосток, г. Москва и фонда содействия инновациям (2016-2019);

– конкурсе инновационных разработок фонда Сколково (2016-2019), г. Владивосток, г. Хабаровск, г. Якутск, г. Москва.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

### **Соответствие диссертации заявленной научной специальности**

Диссертационная работа соответствует научной специальности 05.13.06 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

### **Замечания по работе**

1. Из приведенных результатов функционирования предложенной системы управления, сложно сделать вывод о критериях качества системы управления, в частности о точности позиционирования.

2. В работе используется формулировка «автономная гелиосистема». Однако рассматриваемая в работе система является частью «бойлерной системы», а следовательно, предполагает дополнительно повышение температуры теплоносителя. Таким образом, система не является автономной в строгом смысле.

3. Важной частью объекта исследования являются в том числе средства управления техническими объектами и процессами, входящими в состав современных гелиосистем. Однако в работе представлено мало информации об этих средствах, следовало бы представить более широкую обзорную информацию о средствах управления современными гелиосистемами.

4. В первой главе предложена конфигурация системы измерительных устройств, состоящая из пяти датчиков, расположенных на гранях рабочей поверхности коллектора. Из указанных характеристик сложно оценить уровень проработки технического решения.

5. Имеются замечания по оформлению иллюстраций, схем. Указано что в приложении А информационная модель представлена в нотации UML, но классическое назначение нотации – это описание информационных процессов, а не процессов с физическими величинами, поэтому необходимы комментарии к отображенным на модели связям между классами.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования В.В. Болдырева.

### **Заключение по работе**

Диссертация В.В. Болдырева «Автоматизированная автономная гелиосистема с интеллектуальным модулем управления» является завершенной научно-квалификационной работой, которая по критериям актуальности, научной новизны,

обоснованности и достоверности выводов соответствует требованиям постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней"), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Официальный оппонент  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и системотехника»  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Тихоокеанский государственный университет»

Шеленас Е.А.

Дата « 21 » декабря 2021 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный университет»  
Почтовый адрес: 680035, Россия, Хабаровский край, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, д.136  
Телефон: +7 (4212) 76-85-00  
Электронная почта: [mail@pnu.edu.ru](mailto:mail@pnu.edu.ru)  
Сайт: <https://pnu.edu.ru>

Печать организации:

П  
3:

В.

