

ОТЗЫВ

официального оппонента Обухова Сергея Геннадьевича на диссертационную работу **Болдырева Владислава Вячеславовича** на тему «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)

1. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 121 наименование, 11 приложений. Работа изложена на 172 листах машинописного текста (включая список литературы), содержит 60 рисунков, 10 таблиц.

2. Анализ содержания диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту, а также научная новизна и практическая значимость диссертации.

В первой главе выполнена идентификация и анализ основных элементов автоматизированных гелиосистем, на основе которых предложены критерии для обоснования применимости гелиосистем в условиях, характерных для территорий Дальнего Востока. По результатам анализа критериев сформирован перечень параметров, взаимодействующих в технологическом процессе объектов, разработана информационная модель исследуемой системы в виде диаграммы классов. На основе разработанной информационной модели с применением объектно-ориентированного подхода сформирована имитационная модель гелиосистемы, реализованная в программном комплексе Matlab Simulink.

Во второй главе предложена концепция интеллектуальной автоматизированной системы управления (ИАСУ) солнечным коллектором, построенная на оптимизации положения его рабочей поверхности в направлении максимального воздействующего излучения при минимальных затратах энергии. Разработана имитационная модель прихода прямой солнечной радиации на произвольно ориентированную поверхность, а также модуль расчета угла наклона рабочей поверхности солнечного коллектора по часовому углу склонения солнца. Выполнена интеграция разработанной имитационной модели гелиосистемы в автоматизированную систему управления положением рабочей поверхностью солнечного коллектора.

В третьей главе предложен метод оптимизации положения рабочей поверхности солнечного коллектора на базе алгоритмов нечеткого логического вывода. На основе результатов сравнительного анализа эффективности алгоритмов нечеткого логического вывода Sugeno и Mamdani в задачах оптимизации автоматизированных систем слежения, разработан интеллектуальный алгоритм оптимизации положения поверхности вакуумного солнечного коллектора. Предложенный алгоритм построен на базе методов мягких вычислений и обеспечивает синтез значений с приемлемой точностью со значительным сокращением вычислительной нагрузки, что позволяет реализовать подсистему прогноза эффективности работы коллектора, находящегося под воздействием совокупного воздействующего излучения. Выполнено технико-экономическое обоснование проекта внедрения в эксплуатацию предложенной ИАСУ солнечным коллектором.

В заключении обобщаются основные результаты и выводы, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Проведенный анализ содержания диссертационной работы свидетельствует о том, что диссертация Болдырева В.В. является завершенной научной квалификационной работой, в которой содержится решение поставленных научных задач. Диссертация написана ясным и содержательным языком, принятая терминология и стиль соответствуют общепринятым нормам.

3. Актуальность темы исследования для науки и практики

Тема диссертации соответствует Федеральному закону Российской Федерации № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», распоряжению Правительства РФ №1-р от 08.01.09 «Об использовании возобновляемых источников энергии».

Одной из перспективных и активно развивающихся технологий получения тепла от природных источников энергии являются солнечные коллекторы, очевидными достоинствами которых являются: отсутствие вредных выбросов и отходов, большой срок службы, простота внедрения в уже существующие системы отопления, полная автономность и независимость от тарифов на тепло и электроэнергию. Однако, несмотря на очевидные достоинства, сдерживающими факторами внедрения гелиоколлекторов, остаются высокая стоимость оборудования и низкая эффективность преобразования энергии в сравнении с другими типами энергетических установок. Это заставляет разработчиков солнечных коллекторов искать новые и совершенствовать известные технические решения, обеспечивающие повышение эффективности, производительности и снижения себестоимости получаемой энергии. Стохастический характер солнечного излучения обусловлен множеством влияющих факторов, которые зависят от метеорологических и климатологических данных, что определяет высокую сложность решения обозначенных задач, и вызывает необходимость применения новых подходов и разработки эффективных методов решения.

Целью диссертационной работы Болдырева В.В. является разработка интеллектуальной автоматизированной системы управления как модуля автономной автоматизированной гелиосистемы, обеспечивающей повышение эффективности получения тепловой энергии из солнечного излучения, что позволяет считать ее своевременной и актуальной.

4. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

Предметом диссертационного исследования являются модели, методы и средства управления техническими объектами и процессами современных гелиосистем. В диссертации и автореферате представлены результаты решения конкретных задач, направленных на разработку новых и совершенствование известных подходов к эффективному решению задач автоматизации и управления технологическим процессом получения тепловой энергии с помощью солнечных коллекторов. Основные положения и научные результаты, полученные в диссертационной работе, соответствуют п. 4 «Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация», п. 6 «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления», п. 10 «Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистему АСУТП,

АСУП, АСТПП и другое», п. 15 «Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и другое)» паспорта специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, что свидетельствует о соответствии диссертационной работы избранной специальности.

5. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Основными научными и наиболее важными результатами диссертационной работы являются:

1. Разработан метод оптимизации положения поверхности солнечного коллектора на базе интеллектуальных алгоритмов управления, позволяющих повысить эффективность процесса получения энергии.

2. Разработан интеллектуальный модуль управления положением рабочей поверхностью солнечного коллектора на базе имитационной модели в составе модулей имитаторов влияния внешней среды на процесс получения энергии.

3. Разработаны алгоритмы и программная реализация механизмов функционирования интеллектуальной системы управления автоматизированной гелиосистемой.

Новизна технических решений подтверждена патентом на изобретение № 2693968 и свидетельством о регистрации программы для ЭВМ № 2020611784.

Основные выводы и результаты диссертационного исследования теоретически обоснованы и получены автором впервые. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается адекватностью полученных математических моделей; сопоставлением расчетных данных, полученных аналитическим путем, с аналогичными данными статистики. Результаты исследований обсуждались на международных и всероссийских конференциях, по результатам работы опубликовано достаточное количество научных работ.

6. Практическая значимость результатов исследований

Практическая значимость работы заключается в разработке эффективных методик и моделей, которые могут использоваться для разработки ИАСУ положением рабочей поверхности солнечных коллекторов, обеспечивающих повышение их энергетической эффективности. Предложенные автором решения внедрены в качестве рекомендательной основы для подбора конфигурации систем отопления на базе учебно-научного инновационного центра энергосбережения (УНИЦЭ) при ФГБОУ ВО «КнАГУ».

7. Апробация работы и подтверждение опубликования её основных положений и результатов

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих научных 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 Technologies 2019;
- международной научно-практической конференции «Производственные технологии будущего: от создания к внедрению» 2019;

- III всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 2020;
- краевом конкурсе молодых ученых 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.

По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 2 в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и 3 работы, индексируемые в международных наукометрических базах Web of Science и Scopus. Получен один патент на изобретение и два свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

Автореферат диссертации и публикации достаточно полно отражают основное содержание диссертационной работы.

8. Основные замечания по работе

В целом содержание диссертационной работы Болдырева В.В., её основные положения, выводы и результаты возражений не вызывают. Однако, можно сделать следующие замечания:

1. В качестве критерия оптимизации рабочего положения коллектора автор предлагает использовать значение углового коэффициента Φ между источником излучения и коллектором, уравнение для определения которого приведено на рис.10 диссертации и рис. 3 автореферата. Однако, для вычисления численных значений Φ согласно приведенному уравнению необходимо знать величину переменной S_m (расстояние между источником и коллектором), но как эта переменная определяется из материалов диссертации неясно.
2. Для разработки и тестирования алгоритмов ИАСУ автор предлагает использовать имитационную модель прихода солнечной радиации с учетом облачности, влияние которой задается в виде понижающих коэффициентов, формируемых на основе генератора случайных чисел. Автор при этом не учитывает, что основным первичным источником и диффузного и отраженного излучений является солнечная радиация, которая поступает на поверхность Земли на временном интервале от восхода до заката Солнца. Соответственно, достоверность смоделированных зависимостей совокупного излучения, приведенных на рис. 28, 54, 55, вызывает большие сомнения, так как маловероятно, что коллектор, расположенный на крыше, получит в темное время суток соизмеримое с солнечным светом количество энергии от других источников (луна, освещение соседних зданий и т.п.).
3. На стр. 118-119 диссертации автор констатирует, что предложенная конструкция коллектора с ИАСУ позволяет эффективно *«преобразовывать тепловую энергию даже в условиях короткого дня, так как температура некоторых источников (отраженное излучение, вытяжные трубы, окна, нагретые стены помещений и другое) обеспечивает дополнительное тепловое излучение»*. Однако, данное утверждение никак не подтверждено ни результатами расчетов, ни экспериментов.
4. В работе отсутствует анализ влияния возможных внешних факторов (осадков и загрязнения рабочей поверхности) на эффективность функционирования гелиосистемы, особенно с учетом того, что предложенная конфигурация рабочей поверхности коллектора (рис. 44) способствует их негативному воздействию.

9. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

Представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой. Научно-технические решения, полученные автором в диссертационной работе, направлены на решение актуальной проблемы повышения эффективности использования потенциала современных вакуумных солнечных коллекторов на базе автоматизированных систем регулирования положения их рабочей поверхности. На основании анализа актуальности темы, степени обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, их достоверности и новизны, а также значимости для науки и практики, считаю, что диссертация В.В. Болдырева на тему «Автоматизированная автономная гелиосистема с интеллектуальным модулем управления» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор **Болдырев Владислав Вячеславович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Официальный оппонент,
доктор технических наук, профессор отделения электроэнергетики
и электротехники Инженерной школы энергетики
Национального исследовательского Томского политехнического университета
Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30,
ФГАОУ ВО НИ ТПУ, ИШЭ, ОЭЭ
тел. (382-2) 701-777, доп.1942,
e-mail: serob99@mail.ru


Сергей Геннадьевич Обухов

16.12.21 г.

Подпись С.Г. Обухова заверяю:
Ученый секретарь ТПУ


Екатерина Александровна Кулинич