**Болдырев Владислав Вячеславович. Автоматизированная автономная гелиосистема с интеллектуальным модулем управления;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»], 2021**

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»**

**На правах рукописи**

**Болдырев Владислав Вячеславович**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ АВТОНОМНАЯ ГЕЛИОСИСТЕМА**

**С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ МОДУЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

**Специальность 05.13.06 - Автоматизация и управление**

**технологическими процессами и производствами (промышленность)**

**Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Г орькавый Михаил Александрович**

**Комсомольск-на-Амуре - 2021**

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

**Список сокращений и условных обозначений 4**

**Введение 8**

**1 Идентификация и анализ основных элементов автоматизированной автономной гелиосистемы и их**

**взаимодействия 15**

**1.1 Исследование потенциала применимости солнечных технологий на**

**территориях России с холодным климатом 15**

**1.2 Выбор подхода к реализации системы регулирования рабочей**

**поверхности коллектора 24**

**1.3 Идентификация элементов гелиосистемы способной эффективно**

**функционировать на территории ДФО 26**

**1.4 Разработка диаграммы классов UML-class абстрактной**

**гелиосистемы 29**

**Выводы по главе 1 43**

**2 Разработка концепции интеллектуальной автоматизированной системы управления положением рабочей поверхности солнечного коллектора 44**

**2.1 Разработка концепции ИАСУ 44**

**2.2 Разработка имитационной модели прихода прямой солнечной**

**радиации внутри атмосферы 52**

**2.3 Интеграция разработанной имитационной модели в**

**автоматизированную систему управления положением рабочей поверхности солнечного коллектора 63**

**2.4 Разработка модуля расчета угла наклона рабочей поверхности**

**солнечного коллектора по часовому углу склонения солнца 69**

**Выводы по главе 2 77**

**3 Разработка интеллектуального модуля управления в составе имитационной модели процесса получения совокупного солнечного излучения 78**

**3.1 Анализ эффективности алгоритмов нечеткого логического вывода Sugeno и Mamdani в задачах оптимизации автоматизированных систем слежения 82**

**3.2 Разработка алгоритма функционирования системы управления**

**гелиосистемы интегрированной с ИАСУ 84**

**3.3 Разработка метода оптимизации положения рабочей поверхности**

**солнечного коллектора 96**

**3.4 Разработка алгоритма прогнозирующего и оптимизирующего**

**модуля 99**

**3.5 Реализация прогнозирующего и оптимизирующего модуля 103**

**3.6 Реализация интеллектуальной автоматизированной системы**

**управления в составе разработанной имитационной модели 107**

**3.7 Разработка конфигурации рабочей поверхности коллектора**

**интегрируемой с новой ИАСУ 109**

**3.8 Разработка держателя рабочей поверхности предложенной**

**конфигурации коллектора 114**

**3.9 Технико-экономическое обоснование проекта внедрения в**

**эксплуатацию ИАСУ 123**

**Выводы по главе 3 137**

**Заключение 138**

**Список литературы 140**

**ПРИЛОЖЕНИЕ А 156**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б 157**

**ПРИЛОЖЕНИЕ В 158**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г 159**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д 162**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е 163**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж 164**

**ПРИЛОЖЕНИЕ З 165**

**ПРИЛОЖЕНИЕ И 170**

**ПРИЛОЖЕНИЕ К 171**

**ПРИЛОЖЕНИЕ Л 172**

Заключение

Основные результаты научных исследований, проведенные в работе, заключаются в следующих положения.

1. Разработан метод оптимизации положения поверхности солнечного коллектора на базе интеллектуальных алгоритмов управления, позволяющих повысить эффективность преобразования энергии за счет обеспечения ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора в направлении наибольшего излучения, с минимальным количеством затрат дополнительной энергии на работу исполнительных механизмов, выполняющих корректировку её положения.
2. Разработана интеллектуальная автоматизированная система управления, предназначенная для регулирования положения центра рабочей поверхности солнечного коллектора в направлении наибольшего совокупного излучения (прямого, диффузного, отраженного) с учетом минимизации затрат дополнительной энергии за счет интегрированного прогнозирующего и оптимизирующего модулей.
3. Разработаны алгоритмы и программная реализация имитационной модели автоматизированной гелиосистемы в составе модулей имитаторов влияния внешней среды на получение энергии, позволяющие моделировать работу гелиосистем с различными конфигурациями для анализа их эффективности.

По результатам тестирований, было установлено, что в большинстве сценариев воздействия совокупного излучения на поверхность вакуумного солнечного коллектора, большее количество энергии преобразовано коллектором с системой регулирования на базе ИАСУ в сравнении с классической системой солнечного трекинга по часовому углу склонения Солнца.

Например, количество преобразованной энергии вакуумными коллекторами с ИАСУ/трекером: зимний день 9.834 кВт х ч / 6.598 кВт х ч в сутки; летний день 52.04 кВт х ч / 51.79 кВт х ч в сутки; зимний пасмурный день 8.054 кВт х ч / 4.609 кВт х ч в сутки. При затратах энергии на выполнение регулировки положения рабочей поверхности коллектора системой с ИАСУ/трекером: зимний день 0.07132 Вт х ч / 0.02633 Вт х ч в сутки; летний день 0.04568 Вт х ч / 0.04809 Вт х ч в сутки; зимний пасмурный день 0.06938 Вт х ч / 0.02453 Вт х ч в сутки. В ходе анализа экономической эффективности проектов реализации гелиосистем на территории ДФО, установлено, что окупаемость с применением ИСАУ составит 9 лет, с применением солнечного трекера - 13 лет.