

В диссертационный совет 99.0.033.02,
созданный на базе ФГБУН «Институт
машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук» и ФГБОУ ВО
«Брянский государственный технический
университет»
241035, Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию *Кувшинникова Владимира Сергеевича* на тему «Интеллектуализация автоматизированных систем управления специализированными мехатронными устройствами в цифровом производстве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность работы

Диссертация Кувшинникова В.С. «Интеллектуализация автоматизированных систем управления специализированными мехатронными устройствами в цифровом производстве» посвящена решению задачи автоматизации функций формирования траекторий и маршрутов вспомогательных мехатронных устройств с использованием интеллектуальных моделей и методов поиска решений.

Не смотря на интенсивное развитие средств автоматизации процессов и рост уровня автоматизации в массовом и крупносерийном промышленном производстве, автоматизация вспомогательных технических устройств проводится по остаточному принципу. В связи с тем, что возможности современных промышленных ЭВМ являются достаточными для применения интеллектуальных методов поиска решений, задача интеграции программно-реализуемых средств интеллектуализации в систему управления техническими объектами с вспомогательными мехатронными устройствами является **актуальной научной задачей**.

Таким образом, в диссертационной работе рассматривается группа задач, решение которых **востребовано** в автоматизированных системах, предназначенных для автоматизации планового и внепланового обслуживания объектов особой важности, для повышения уровня автоматизации вспомогательных технологических процессов на производственных объектах со специализированными мехатронными устройствами, и, например, при автоматизации продолжительных настроечных и регулировочных технологических операций на гибких производственных участках и линиях в умном цифровом производстве.

Цель и задачи

Целью работы Кувшинникова В.С. является интеллектуализация формирования траекторий и маршрутов специализированных мехатронных устройств в условиях неоднородности рабочей зоны.

Для достижения цели, поставленной в диссертационной работе, исследованы и решены следующие основные научные задачи:

1. Автором выполнен анализ ограничений, налагаемых условиями эксплуатации и техническими требованиями на системы управления мехатронными устройствами в составе специализированных технологических комплексов в цифровом производстве.
2. Разработана обобщенная архитектура интеллектуального управления мехатронными устройствами с распределенным управлением.
3. Выполнен анализ методов решения задач формирования траектории движения и маршрутов мехатронных устройств и осуществлён выбор предпочтительных методов.
4. Разработаны математические модели и проведены вычислительные эксперименты в ходе решения задач формирования схем маршрутов и трёхмерных траекторий движения мехатронных устройств в неоднородном пространстве.
5. Выполнен анализ результатов программной реализации полученных математических моделей с включением их в структуру прикладного программного обеспечения распределенных систем управления специализированными мехатронными устройствами.

Научная новизна и достоверность результатов диссертационной работы

По мнению официального оппонента, в диссертационной работе присутствуют следующие элементы научной новизны:

1. Разработана модель формирования траектории движения исполнительного органа специализированного мехатронного устройства в пространстве с препятствиями, отличающаяся её трехмерным представлением и учетом неоднородности рабочего пространства.
2. Разработана параметрическая модель создания схемы маршрутов автоматизированного перемещения грузов для специализированного мехатронного устройства, отличающаяся способом представления решений и формирования пространства поиска с учётом набора выполняемых технологических операций.
3. Предложены интеллектуальные методы формирования маршрутов и траекторий для систем управления специализированных мехатронных устройств в цифровом производстве, отличающиеся алгоритмическими

Достоверность полученных научных результатов подтверждается корректным применением при проведении исследований методов системного анализа и проектирования, биоинспирированных методов на основе нейронной карты и эволюционного моделирования, методов статистического анализа, результатами

вычислительных экспериментов и компьютерного моделирования, а также практическим применением результатов диссертационной работы.

Практическая ценность результатов работы

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанных алгоритмических и прикладных программных решениях для автоматизированных систем управления специализированными технологическими устройствами и оборудованием с применением интеллектуальных моделей и методов. Внедрение материалов диссертации в программу обучения специалистов в отраслевом центре компетенций ГК Росатом, а результатов исследования при разработке прикладного программного обеспечения и проектировании автоматизированных систем управления на объектах АЭС подтверждено соответствующими документами.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа Кувшинникова В.С. изложена на 176 страницах печатного текста и состоит из введения, четырёх глав, заключения, библиографического списка из 132 источника и 11 приложений.

Во введении (стр. 7 – 16) обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи работы, отмечены научная новизна и практическая значимость работы, приведены сведения о апробации научных положений и о реализации результатов исследования.

Объектом исследования диссертационной работы являются автоматизированные системы управления специализированными мехатронными устройствами в цифровом производстве.

Предметом исследования диссертационной работы являются модели представления данных, программно-алгоритмическое обеспечение для решения задачи поиска траекторий и формирования маршрутов движения специализированных мехатронных устройств с распределённой системой управления и применением средств интеллектуализации.

В первой главе (стр. 17 – 44) автор исследует роль специализированных вспомогательных мехатронных устройств в автоматизированных комплексах на примере комплексов из ядерного топливного цикла. Рассмотрены особенности среды эксплуатации и ограничения, налагаемые техническими требованиями и требованиями безопасности, а также примеры существующих промышленных систем, работающих в схожих условиях. Проанализированы требования, предъявляемые к автоматизируемым системам управления, а также задачи управления в контексте интеллектуализации функций.

Во второй главе (стр. 45 – 76) рассмотрены системы управления специализированными мехатронными устройствами в составе автоматизированных промышленных комплексов. Выполнен анализ компонентов распределённой систем управления, схем промышленных интерфейсов обмена данными, а также функций систем управления специализированных мехатронных устройств в контексте формирования траекторий и маршрутов. Приводится описание разработанного программного стенда для настройки, отладки и симуляции функций систем управления мехатронными

устройствами. Описывается разработанная модель распределённого управления специализированными мехатронными устройствами в составе автоматизированного технологического оборудования, формулируются задачи управления для архитектурных уровней и подуровней модели.

В третьей главе (стр. 77 – 105) автором выполнен обзор подходов к решению задач управления перемещением специализированных мехатронных устройств, рассмотрены классификация, принципы и основные черты методов автоматизированного формирования траекторий. На основании результатов проводится обоснованный выбор предпочтительных методов с применением метода экспертных оценок, включая оценку уровня значимости полученного значения согласованности экспертов. Приводится разбор выбранных методов на основе научных работ авторов, известных своими трудами в области интеллектуальных методов.

В четвёртой главе (стр. 106 – 164) рассматривается реализация моделей и методов для решения задач интеллектуализации формирования траекторий и маршрутов специализированных мехатронных устройств. Приводится разработанная модель цифрового представления исходных данных для формирования схемы перемещений рабочего органа портального манипулятора участка электрохимической дезактивации и предложенный метод формирования схемы маршрутов движения мехатронных устройств с применением эволюционных вычислений, наряду с моделью искусственной нейронной сети типа «нейронная карта» для автоматизации формирования траектории рабочего органа портального манипулятора и метод формирования опорных точек траектории движения рабочего органа манипулятора. В главе приводятся и анализируются результаты вычислительных экспериментов, проиллюстрированные с помощью программно реализованных средств визуализации, а также проводится оценка применения модели распределённого управления с программными блоками навигации и вычислений на основе моделей и методов интеллектуального анализа применительно к задачам контроля и ремонта облицовки бассейна выдержки отработанного ядерного топлива и актуализации маршрутных схем перегрузки корзин с твёрдыми радиоактивными отходами на участке электрохимической дезактивации.

В заключении приводятся основные выводы и результаты диссертационного исследования.

Приложения (стр. 177 – 202) содержат иллюстративный материал, программный код, таблицы, акты внедрения результатов диссертационной работы и копии документов, подтверждающих регистрацию результатов интеллектуальной деятельности.

Стилистика работы. Диссертационная работа и автореферат написаны достаточно ясным языком, соискатель показал хороший научный стиль изложения. Текст диссертации является информационно емким и не содержит излишней информации, в работе содержится достаточный объём формул, рисунков и примеров, которые приведены уместно, корректно оформлены и представлены.

Общая характеристика работы

Одним из основных качеств работы является её широта и комплексности в части рассматриваемых средств решения поставленной задачи и подробность в части исследования особенностей рассматриваемого класса мехатронных устройств, связанных с соответствующими условиям эксплуатации и налагаемыми техническими требованиями. Соискатель затрагивает практически все основные аспекты, связанные с интеллектуализацией формирования траекторий и маршрутных схем специализированных мехатронных устройств в системах контроля и управления промышленных технических комплексов.

Положения, выносимые на защиту, представлены в 3 статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук.

Кроме того, основные положения диссертационной работы нашли своё отражение в 4 публикациях в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах данных Web of Science и Scopus.

В материалах научно-практических конференций и иных источниках подробно описываются созданные соискателем модели, метод и алгоритмы, затрагиваются детали программной реализации средств интеллектуализации распределённого управления рассматриваемым классом мехатронных устройств.

Корректность ссылок на авторов и источники, откуда в тексте диссертации заимствованы материалы и отдельные результаты исследований, не вызывает сомнений.

Диссертация содержит ряд новых, практически значимых, научных результатов, имеет внутреннее единство и свидетельствует о личном вкладе соискателя в прикладную науку. Новые решения, предложенные соискателем в работе, аргументированы и объективно оценены по сравнению с известными решениями в этой научной области.

Автореферат соответствует диссертации и в целом отражает её содержание. В автореферате изложены основные научные положения, результаты и выводы диссертации, показаны: вклад соискателя в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость полученных результатов исследований. Сформулированные и приведённые в диссертации положения, выводы и рекомендации обоснованы и доказаны.

Научная значимость диссертации определяется тем, что её результаты применимы при решении задач в различных предметных областях и сферах деятельности, где востребована автоматизация работы специализированных метакронных устройств а части планирования и формирования траектории и маршрутных схем.

Результаты диссертационной работы внедрены и используются в следующих предприятиях, организациях и/или их структурных подразделениях, входящих в Госкорпорацию Росатом: АО «НИКИМТ-Атомстрой», «Эксперт-Центр НИКИМТ», Отраслевой центр компетенций «Неразрушающий контроль».

В целом, основные научные результаты диссертации можно квалифицировать, как решение научно-практической задачи, связанной с повышением уровня автоматизации вспомогательных технологических процессов в цифровом производстве путём формирования траекторий и маршрутов перемещений специализированных мехатронных устройств за счёт интеграции программно-реализованных интеллектуальных моделей и методов в архитектуру распределённых систем управления.

Можно отметить, что полученные результаты имеют как теоретическую, так практическую значимость.

Диссертация Кувшинникова Владимира Сергеевича является завершённой, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой в соответствии с п. 14 – «Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.)» и п. 19. – «Цифровизация управления в промышленности, функциональное моделирование объектов автоматизации.» паспорта специальности научных работников 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Список замечаний

1. На стр. 33 диссертационной работы приведена иллюстрация установки автоматизированного ультразвукового контроля продольных и кольцевых сварных соединений, однако рисунок трудночитаем, упомянутые в тексте кольцевые направляющие не обозначены.
2. На стр. 57 диссертации приведён внешний вид панели управления стендом симуляции системой управления мостового крана. Надписи на рисунке плохо различимы, назначение элементов интерфейса не очевидно и не полностью раскрывается в тексте.
3. На стр. 69 диссертации приведена диаграмма интерфейсов и протоколов системы управления устройством ремонта, где сервоприводы находятся в сети CAN/CANOpen. Согласно тексту работы, часть электроприводов работают в синхронном режиме. За счёт какого протокола реализована синхронизация?
4. В третьей главе диссертационной работы и в автореферате при выборе методов формирования траекторий представлен ограниченный набор интеллектуальных методов, в частности, не рассмотрены методы на основе роевого интеллекта.
5. В четвёртой главе диссертации на стр. 120 приведены графики величины и разброса приспособленности особей. Подписи очень маленькие и трудноразличимы. Не указано при каких параметрах алгоритма получены графики.
6. На стр. 124 диссертационной работы приведена схема информационного обмена, где упоминается сокращённый набор команд оператора. В тексте не раскрывается за счёт чего происходит сокращение набора команд оператора.
7. На стр. 148 диссертации не объясняется как именно получены рассматриваемые функции активации.

Перечисленные выше замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Диссертация Кувшинникова В.С. является законченным научно-исследовательским трудом, самостоятельно выполненным автором. Работа выполнена на актуальную тему, сформулированные научные положения и выводы являются обоснованными и достоверными. Положения, выносимые на защиту, апробированы и в достаточной мере освещены в научной печати, в том числе, в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах данных Web of Science и Scopus, обсуждены на международных научных конференциях. Автореферат достаточно полно отражает основные научные положения и выводы, сделанные в диссертации.

Таким образом, представленная диссертационная работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 11.09.2021)), а её автор, Кувшинников Владимир Сергеевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент:

Доцент Департамента анализа данных и машинного обучения Факультета информационных технологий и анализа больших данных федерального государственного образовательного бюджетного учреждения высшего образования "Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации", кандидат технических наук, доцент
_____ Олег Николаевич Крахмалев.

Российская Федерация, 125167, Москва,
пр-кт Ленинградский, д. 49/2,
телефон: +7 (499) 503-4700,
E-mail: onkrakhmalev@fa.ru

