

В диссертационный совет 99.0.033.02, созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный технический университет»
241035, Россия, г. Брянск, б-р 50 лет Октября, 7

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Кувшинникова Владимира Сергеевича

«ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМИ МЕХАТРОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ В ЦИФРОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»

представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность диссертации

С учётом практически повсеместного внедрения компьютерных систем, вопрос замещения функций человека в управлении автоматизированными промышленными системами продолжает оставаться актуальным по мере увеличения уровня сложности, противоречивости решений и абстрактности стоящих задач. Формирование трёхмерной траектории перемещения промышленного манипулятора в условиях ограничения видимости, расположение маршрутных схем перемещения корзин с радиоактивными отходами – задачи, которые требуют от персонала специальной подготовки, опыта, внимательности, концентрации, и, в силу ряда факторов, не могут быть выполнены человеком на высоком уровне со стабильным постоянством. Одними из препятствий при решении подобных задач выступает многофакторность, вызванная сочетанием особых условий эксплуатации, конструктивными особенностями технических средств, неоднородностью свойств рабочей зоны, непрямолинейной последовательностью операций технологического цикла и другими причинами. Перечисленные факторы препятствуют применению типовых аппаратных и программных средств автоматизации систем управления технологических процессов и чаще всего не позволяют реализовать востребованные функции за счёт моделей, опирающихся на конечные автоматы и строгие алгоритмы. Благодаря взрывному росту производительности и доступности вычислительных машин, включению промышленных ЭВМ в состав многих технических комплексов, решение проблемы интеграции программно-реализованных интеллектуальных моделей и методов поиска решений в структуру автоматизированных промышленных объектов – является актуальной и востребованной научно-практической задачей. Среди таких задач можно выделить группу, рассмотренную в диссертационной

работе Кувшинникова В.С. и связанную с формированием траекторий и маршрутов специализированных мехатронных устройств в условиях неоднородности рабочей зоны.

Содержание диссертации

Содержательная часть диссертации изложена в четырёх главах.

В первой главе автор рассматривает задачи, стоящие перед системами цифрового управления специализированным технологическим оборудованием, выявляет уникальные особенности мехатронных устройств-манипуляторов, входящих в состав рассматриваемых в ключе диссертационного исследования автоматизированных комплексов. В результате анализа особенностей и технических ограничений, с учётом выявленных задач, в главе обосновывается актуальность, целесообразность и востребованность решения задачи автоматизированного формирования траекторий мехатронных устройств-манипуляторов на основе создания новых и/или развития существующих математических и программно-алгоритмических решений.

Во второй главе в результате анализа систем управления специализированными мехатронными устройствами-манипуляторами в составе автоматизированных технологических комплексов определены ключевые особенности архитектуры сетевой инфраструктуры объектов интеллектуализации, разработана модель распределённого управления этими устройствами с блоком интеллектуальных вычислений и блоком навигации. Представлены разработанные и имплементированные программные модули для исполнительных устройств и элементов распределённой цифровой системы управления рассматриваемых мехатронных устройств, выполняющие локальные функции системы поиска пути. Проведено моделирование функций локальных систем управления с помощью разработанных программных стендов. Выполнена формализация задачи управления для верхнего уровня системы управления специализированным технологическим оборудованием в масштабах технологического участка цифрового производства.

В третьей главе выполнен обзор существующих методов поиска пути. Путём анализа особенностей, принципов и возможностей рассмотренных в обзоре методов автоматизированного формирования траекторий, и с учётом результатов опроса группы специалистов на основе метода экспертных оценок, обоснован выбор предпочтительных методов, удовлетворяющих техническим требованиям к управлению мехатронными устройствами в составе рассматриваемого специализированного технологического оборудования. Приведено описание структуры генетического алгоритма, используемого в работе для решения задачи поиска параметров безопасной схемы маршрутных линий с учётом соответствия последовательности перемещений технологического маршрута, выявлены «сильные» и «слабые» стороны эвристического поиска решения. Представлен хронологический обзор интеллектуальных моделей формирования траекторий на основе искусственных локальносвязных нейронных сетей типа «нейронная карта». Выделены особенности известных вариантов реализации этих интеллектуальных моделей.

В четвёртой главе приводится описание реализации моделей и методов для решения задач интеллектуализации формирования траекторий и маршрутов специализированных мехатронных устройств.

В этой главе раскрываются основные теоретические результаты работы, составляющие её научную новизну и заключающиеся в следующих пунктах:

1. Автором 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 решениями и инвариантностью их промышленного применения.

В тексте главы формализуются и на основе математической модели параметризуются цифровые представления маршрутных линий и опасных зон технологических участков, осуществляется выбор и программная реализация операторов эвристического алгоритма поиска решения задачи расположения маршрутных линий редуцированной схемы перемещений с точки зрения эксплуатационной безопасности и соответствия схеме технологического маршрута. Приводится разработанная автором программная архитектура системы вспомогательного управления перемещением рабочего органа промышленного мехатронного устройства-манипулятора. В виде прикладных программных решений формируются и реализуются несколько моделей топографически детерминированной искусственной нейронной сети типа «нейронная карта». Приводятся и анализируются результаты серии вычислительных экспериментов, выполняется графическое моделирование с использованием адаптированных средств визуализации. Определяются основные направления практического применения полученных математических и программно-алгоритмических решений для их инвариантного промышленного применения.

Стилизация работы. В диссертационной работе продемонстрирован хороший научный стиль изложения, отмечается широкая эрудированность в рассматриваемом вопросе. Текст диссертации является информационно емким и не содержит излишней информации, в работе достаточно формул, иллюстраций и таблиц, которые уместны и качественно оформлены.

Автора демонстрирует внимательную и качественную работу с литературой. Большая часть научных источников представлена англоязычными статьями, опубликованными в широком хронологическом диапазоне, что говорит о глубине анализа предметной области и обширном исследовании существующих решений.

Замечания по диссертации

В работе присутствуют следующие недостатки:

1. В первой главе диссертации некоторые факторы, приведённые на странице 34, такие как большие габариты, агрессивность и опасность среды, скорее относятся к проблемам конструирования, чем автоматизации и управления.

2. На иллюстрации к устройству для контроля и ремонта облицовки бассейна выдержки (стр. 35) присутствуют не расшифрованные в тексте обозначения.
3. Во второй главе диссертационной работы на странице 70 приведён интерфейс оператора только для режима ручного управления.
4. В четвёртой главе диссертационной работы нет отдельных иллюстраций для пояснения модели представления схемы маршрутных линий.
5. На страницах 123, 137 приведены схемы распределённой программной системы управления мехатронными устройствами. Выделенные пунктиром структурные блоки на схемах не подписаны, что затрудняет чтение данных иллюстраций.
6. В ссылке на приложение К.2 на странице 156 и Л.3 на странице 157 недостаточно подробно раскрываются начальные условия вычислительных экспериментов, для которого приведены иллюстрации.
7. В автореферате мало внимания уделено иллюстрации результатов экспериментов с моделью на основе нейронной карты.

Отмеченные выше замечания и недостатки не снижают теоретическую и практическую значимость диссертации Кувшинникова В.С.

Общая характеристика работы

Проведенный анализ научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, показал их всестороннюю обоснованность и доказанность. Диссертация является завершённой работой, выполненной на актуальную тему, и содержит ряд новых, практически значимых, научных результатов, имеет внутреннее единство и соответствует заявленной специальности. Предложенные автором новые решения являются аргументированными и базируются на всестороннем изучении предметной области и научных трудов других учёных.

Необходимо также отметить внедрение результатов работы в учебный процесс Отраслевого центра компетенций «Неразрушающий контроль» ГК Росатом и рекомендации к внедрению в деятельность АО «НИКИМТ-Атомстрой» и «Эксперт-Центр НИКИМТ» по проектированию автоматизированных технических комплексов и разработке прикладного программного обеспечения систем управления. В связи с чем, практическая ценность результатов диссертации не подвергается сомнению.

Все положения, выносимые на защиту, представлены в статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК. В статьях подробно описываются разработанные автором модели цифрового представления данных и предложенные методы поиска решения, включая применяемые при формировании траекторий и маршрутных схем алгоритмы. Основные результаты и выводы диссертации докладывались на различных международных и всероссийских тематических конференциях лично автором, что подтверждает его основополагающий личный вклад в работу.

Автореферат в целом соответствует диссертации и в достаточной степени отражает ее содержание. В автореферате обосновывается актуальность работы, рассматривается цель, задачи и методы исследования, а также изложены научная новизна, практическая значимость и апробация результатов диссертации.

Заключение

Диссертация Кувшинникова Владимира Сергеевича является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на хорошем научном уровне и соответствует специальности 2.3.3 (пп. 14, 19 паспорта специальности). Работа выполнена на актуальную тему и базируется на репрезентативном объеме данных, примеров и расчетов. Сформулированные научные положения и выводы являются обоснованными и достоверными. Положения, выносимые на защиту, апробированы и в достаточной мере освещены в публикациях, в том числе и в изданиях из перечня ВАК. Автореферат достаточно полно отражает основные научные положения и выводы, сделанные в диссертации.

Таким образом, представленная диссертационная работа отвечает требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Кувшинников Владимир Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент Фролов Евгений Борисович

Должность: профессор кафедры
«Информационные технологии и вычислительные системы»
ФГБОУ ВПО Московского государственного
технологического университета «СТАНКИН»
д.т.н., профессор



Е.Б. Фролов

Почтовый адрес: 103055, Москва,
Вадковский пер. 3А. МГТУ «СТАНКИН»
Телефон: +7 985 776-15-14.
e-mail: fobos.mes@gmail.com

 «13» апреля 2022 года

Подпись руки Фролова Е.Б. удостоверяю
УД ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»
