

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное
автономное учреждение науки

**ИНСТИТУТ
КОНСТРУКТОРСКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАТИКИ**
Российской академии наук
(ИКТИ РАН)

127055, Москва, а/я 24, ИКТИ РАН
тел. (499) 978-49-02,
факс (499) 973-12-96

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор
Федерального государственного
автономного учреждения науки
Института конструкторско-
технологической информатики
Российской академии наук (ИКТИ РАН)



д.т.н. Шептунов С.А.

«04» апреля 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертационной работе

КУВШИННИКОВА ВЛАДИМИРА СЕРГЕЕВИЧА

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

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами»

Оценка актуальности темы диссертации

Основной целью диссертационной работы Кувшинникова В.С. является интеллектуализация формирования траекторий и маршрутов при управлении специализированными мехатронными устройствами в условиях неоднородности рабочей зоны с использованием интеллектуальных моделей и методов. Сложность поставленной цели обуславливается как необходимостью разработки способа представления исходных данных для формирования маршрутов перемещения грузов и выбора метода формирования трехмерной траектории в условиях неоднородности рабочей зоны с учетом ограничений условий эксплуатации, так и в интеграции интеллектуального управления в распределённую программную систему управления рассматриваемых специализированных мехатронных устройств. Основное назначение разработанных моделей и предложенных методов

заключается в повышении уровня автоматизации технологических процессов, допускающих контакт обслуживающего персонала с объектами, представляющими химическую и радиационную опасность. Разработанная модель распределённого программного управления позволяет имплементировать инструменты интеллектуализации в распределённые системы управления широкого класса специализированных мехатронных устройств. Предложенные алгоритмические решения позволяют путём учёта неоднородности рабочей зоны и использования разработанной модели цифрового представления исходных данных добиться сокращения совершаемой приводами расчётной работы и снижения протяженности маршрутов при автоматизации формирования траекторий и маршрутов.

В связи с тем, что особенности условий и правил эксплуатации налагают ряд ограничений на возможности управления технологическим оборудованием, разработка моделей и методов с применением средств интеллектуального анализа при автоматизации формирования траекторий и маршрутов перемещения рабочего органа мехатронных устройств является **актуальной научной задачей** и способствует снижению влияния негативных факторов неавтоматизированного управления.

Оценка новизны научных результатов

В диссертационной работе была разработана и реализована в виде программных блоков модель распределённого интеллектуального управления. Для этого разработана модель представления исходных данных и предложены интеллектуальные методы формирования траекторий и маршрутов.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке моделей и методов для автоматизации формирования траекторий и маршрутов мехатронных манипуляторов путём прикладной интеллектуализации соответствующих функций их распределённых систем управления. Полученные автором результаты теоретических и экспериментальных исследований нашли практическое применение при подготовке специалистов по неразрушающему контролю и рекомендованы к внедрению при решении задач автоматизации вспомогательных технологических операций специализированных промышленных мехатронных устройств на объектах завершающего этапа ядерного топливного цикла. Среди значимых результатов можно выделить:

1. Модель формирования траектории движения исполнительного органа специализированного мехатронного устройства в

пространстве с препятствиями, реализованная в трех измерениях и учитывающая неоднородность пространства рабочей зоны.

2. Параметрическая модель создания схемы маршрутов автоматизированного перемещения грузов для специализированного мехатронного устройства, с предложенным автором способом представления решений и формирования пространства поиска на основе набора выполняемых технологических операций.
3. Интеллектуальные методы формирования маршрутов и траекторий для систем управления специализированных мехатронных устройств в цифровом производстве, дополненные предложенными алгоритмическими решениями.

Обоснованность и достоверность научных положений и апробация основных результатов

Достоверность и обоснованность положений, выводов и результатов, приведенных в диссертационной работе, основана на общей непротиворечивости теоретических положений известным положениям, на корректном применении базовых методов исследований и математического аппарата, а именно методов системного анализа и проектирования, эволюционного моделирования, дискретной математики и теории автоматического управления. Обоснованность и доказанность выводов работы подтверждается результатами компьютерного моделирования, вычислительных экспериментов, практического применения и достаточно обширной апробации в научной и профессиональной среде, в том числе с обсуждением положений и результатов работы в ходе международных и всероссийских конференций и семинаров по профилю исследований, рецензированием и предварительной экспертизой научных статей, опубликованных в сборниках научных трудов. По теме исследования опубликована 21 научная работа, из них 3 статьи в периодических изданиях, входящих в перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК РФ, 4 статьи в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах данных Web of Science и Scopus, получено 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость исследования заключается в развитии интеллектуальных методов поиска решения, и применяемых в рамках этих методов вычислительных алгоритмов, для решения прикладных задач управления классом

специализированных мехатронных устройств с учетом характерных особенностей технологической среды.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанных алгоритмических и прикладных программных решениях, направленных на интеграцию в распределённые автоматизированные системы управления специализированными технологическими устройствами и оборудованием. Практическая значимость результатов исследований подтверждается тем, что результаты диссертационной работы рекомендованы к внедрению/внедрены при создании автоматизированной системы неразрушающего контроля и ремонта, при разработке интеллектуальных систем управления автоматизированными технологическими участками комплекса переработки твёрдых радиоактивных отходов организациями и их структурными подразделениями, входящими в Госкорпорацию Росатом. Также материалы диссертационной работы используются при обучении специалистов по неразрушающему контролю в отраслевом центре компетенций Росатома «Неразрушающий контроль».

Заключение. Основные выводы и результаты работы включают семь пунктов, посвященных обобщению основных научных положений, результатам экспериментальных исследований, практической реализации и применению разработанных моделей и предложенных методов.

Анализ результатов диссертационной работы показывает достижение цели исследования и логическую завершенность решения поставленных научно-практических задач. По результатам диссертационного исследования можно сделать вывод о теоретической и практической значимости полученных решений.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

В диссертационной работе разработаны модели и предложены программно-алгоритмические методы и решения, направленные на повышение уровня автоматизации вспомогательных технологических процессов на автоматизированных технологических объектах цифрового производства в атомной энергетике. Экспериментально подтверждено сокращение средней протяжённости технологических маршрутов перегрузки корзин с твёрдыми радиоактивными отходами, а также снижение энергопотребления активными электромеханическими системами - приводами, сокращение вспомогательного и подготовительно-заключительного времени при реализации технологических процессов. Всё

это позволяет рекомендовать результаты работы при разработке интеллектуальных АСУ ТП распределенными объектами.

Применение разработанной методики позволяет при помощи предложенных и апробированных алгоритмических и прикладных программных решений реализовать и обеспечить интеллектуальное управление специализированными технологическими устройствами и оборудованием в условиях цифрового производства.

Следует отметить тот факт, что результаты теоретических исследований диссертационной работы Кувшинникова В.С. успешно используются при обучении специалистов по неразрушающему контролю согласно профессиональным стандартам и квалификациям: 40.108 – «Специалист по неразрушающему контролю» и 40.107 – «Контролер сварочных работ». Кроме того, полагаем, что результаты работы целесообразно использовать при обучении бакалавров и магистров по направлениям 09.03.02 и 09.04.02 «Информационные системы и технологии», 15.03.04 и 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» в качестве методологической основы при разработке курсов лекций и практических занятий в технических ВУЗах России, а также при проектировании и разработке инновационного программного обеспечения АСУ ТП.

Недостатки работы и замечания по диссертации

1. Как во введении диссертационной работы, так и далее по тексту понятие «мехатронные устройства» однозначно не определено.
2. При моделировании цифрового представления технологического маршрута в диссертации (стр. 114) не приводятся значения постоянных используемой вектор-функции.
3. В диссертационной работе не приводится обоснование выбора программных средств моделирования (сс. 122, 138, 147).
4. В четвёртой главе диссертации на стр. 155 для модели бассейна выдержки продемонстрирован принцип изменения габаритов и расположения участков опасных зон вокруг препятствий, но не для всех доступных направлений ориентации рабочих модулей, описанных в первой главе (стр. 36).
5. На стр. 161 диссертации при описании условий программного моделирования не приведено обоснование выбора уровня дискретизации конфигурационного пространства.
6. Часть иллюстраций (рисунки 8 и 9) перенесены в автореферат без соответствующих изменений, и надписи на них трудноразличимы.

7. В автореферате (стр. 16) опущено объяснение алгоритма формирования траектории после этапа активации нейронной карты.

Следует отметить, что приведенные замечания касаются, в первую очередь, полноты изложения и не ставят под сомнение справедливость полученных результатов и выводов.

Заключения о соответствии требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Результаты диссертации опубликованы в 21 научных работах, 3 из которых – в рецензируемых научных журналах, включенных в перечень периодических изданий, рекомендованных ВАК РФ. На разработанный в ходе имплементации новых моделей и методов программный инструментарий в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам получены Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ №2017661591 от 24.08.2017 г., №2018617668 от 16.05.2018 г., №2020619327 от 05.08.2020 г. Публикации отражают содержание диссертации, что позволяет считать выполненным **требование п. 13** «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

Работа в достаточной степени апробирована на международных и всероссийских научно-практических конференциях и семинарах по тематике диссертационного исследования.

Диссертация имеет внутреннее единство, логично и обоснованно приводящее к формированию программно-реализуемой модели автоматизации функций формирования траекторий и маршрутов вспомогательных мехатронных устройств с использованием интеллектуальных моделей и методов поиска решений. Оформление диссертации отвечает требованиям к работам, сдаваемым в печать.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, которая состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и одиннадцати приложений.

Диссертация Кувшинникова В.С. является единолично выполненной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи интеллектуализации формирования траекторий и маршрутов специализированных мехатронных устройств, обеспечивающей повышение уровня автоматизации вспомогательных технологических процессов, сокращение присутствия персонала вблизи опасных участков, снижение временных и стоимостных затрат на управление перемещением манипуляторов и актуализацию маршрутных схем на гибком

производственном участке, что отвечает **требованиям п. 10** «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

В целом диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, пунктам 14, 19 паспорта научной специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», а ее автор Кувшинников Владимир Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв в результате обсуждения принят на заседании Ученого совета Федерального государственного автономного учреждения науки Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук (ИКТИ РАН) «04» апреля 2022 г., протокол №022/06.

Учёный секретарь:

к.соц.н.

Запольская Анна Николаевна

Председатель:

директор ИКТИ РАН,
д.т.н.

Шептунов Сергей Александрович

127055, Москва, Вадковский пер., д.18, стр. 1А

Федеральное государственное автономное учреждение науки Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук (ИКТИ РАН)

Тел: 8 (499) 978-57-15

Факс: 8 (499) 973-12-96

Email: ship@ikti.ru

Сайт: <http://www.ikti.ru>