

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.298.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.10.2020 г. № 13

О присуждении Носикову Максиму Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Системы управления внутрикамерными радиационно-стойкими манипуляторами» по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) принята к защите 15 июля 2020 г., протокол заседания № 13/п, диссертационным советом Д 212.298.03, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, проспект В.И. Ленина, д. 76, утвержденным приказом № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Носиков Максим Владимирович, 1977 года рождения, в 2001 году с отличием окончил специалитет Южно-Уральского государственного университета (филиал в г. Миассе) по специальности «Управление и информатика в технических системах». В период с 2001 по 2004 год в том же университете проходил обучение в очной аспирантуре на кафедре «Системы управления» по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, обработка информации и управление».

В настоящее время работает старшим преподавателем кафедры «Автоматика» (филиал в г. Миассе) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет

(национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматика» (филиал в г. Миассе) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Войнов Игорь Вячеславович, заместитель проректора по учебной работе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Автоматика» филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в г. Миассе.

Официальные оппоненты:

Маленков Михаил Иванович – доктор технических наук, профессор, заслуженный конструктор Российской Федерации, главный научный сотрудник акционерного общества «Научно-технический центр «РОКАД»,

Гапонов Игорь Юрьевич – кандидат технических наук, профессор, профессор института робототехники и компьютерного зрения автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет Иннополис» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва – в своем положительном отзыве, подписанным Ющенко Аркадием Семеновичем, доктором технических наук, профессором кафедры СМ-7 «Робототехнические системы и мехатроника», Серебренным Владимиром Валерьевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой СМ-7 «Робототехнические системы и мехатроника», утвержденным доктором технических наук, доцентом Коробцом Борисом Николаевичем,

первым проректором – проректором по научной работе и стратегическому развитию, указала, что диссертационная работа представляет собой целостное, завершенное научное исследование, результаты, полученные в работе имеют важное научное и практическое значение при построении систем управления роботизированными манипуляторами, включенными в технологические процессы на предприятиях атомной промышленности, в том числе интегрированных в системы АСУ ТП, диссертационная работа в полной мере соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» в части требований, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а Носиков Максим Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Соискатель имеет 24 опубликованные работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 2 работы, в зарубежных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и ведущие международные системы цитирования – 3 работы. Общий объем авторского вклада в публикациях по теме исследования составил 10,8 печатных листов. По результатам работы оформлен один патент Российской Федерации на полезную модель, получены 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В диссертацию включены результаты, полученные автором лично. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимыми работами по теме диссертации являются:

1. Носиков М.В. Система управления роботом-манипулятором с использованием нейросетевых алгоритмов ограничения рабочей области схвата / И.В. Войнов, А.М. Казанцев, Б.А. Морозов, М.В. Носиков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2017. – Т. 17. – № 4. – С. 29 – 36. (0,92 п.л., из них авторский вклад – 0,58 п.л.)
2. Носиков М.В. Архитектура тренажерной системы подготовки операторов радиационно-стойких манипуляторов. / М.В. Носиков // Вестник Южно-Уральского

- государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19. – № 2. – С. 38 – 54. (1,96 п.л., из них авторский вклад – 1,96 п.л.)
3. Носиков М.В. Синтез системы управления радиационно-стойким манипулятором МР-48 для защищенных камер / М.В. Носиков // «Экстремальная робототехника-2019»: труды 30 международной научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2019. – С. 425 – 440. (1,85 п.л., из них авторский вклад 1,85 п.л.)
 4. Носиков М.В. Радиационно-стойкие манипуляторы и методы расширения их функциональных возможностей / И.В. Войнов, А.М. Казанцев, Б.А. Морозов, М.В. Носиков // Экстремальная робототехника и конверсионные тенденции: труды 29 международной научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2018. – С. 114 – 125. (1,39 п.л., из них авторский вклад – 1,0 п.л.)
 5. Носиков М.В. Архитектура и алгоритмы функционирования системы технического зрения радиационно-стойких манипуляторов / М.В. Носиков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 7. – С. 11 – 24, DOI: 10.18698/0536-1044-2019-7-11-24. (1,62 п.л., из них авторский вклад – 1,62 п.л.)
 6. Nosikov M.V. Architecture of Human-controlled Arm Manipulator Operator Training System / M.V. Nosikov // Proceedings of the Global Smart Industry Conference (GloSIC), Chelyabinsk, 2018. – pp. 1 – 6, DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570118. (0,69 п.л., из них авторский вклад – 0,69 п.л.)
 7. Nosikov M.V. Automatic and Manual Control Algorithms of Radiation-Proof Manipulators / I.V. Voinov, M.V. Nosikov // Proceedings of the Global Smart Industry Conference (GloSIC), Chelyabinsk, 2018. – pp. 1 – 6, DOI: 10.1109/GloSIC.2018.8570161. (0,69 п.л., из них авторский вклад – 0,4 п.л.)
 8. Nosikov M.V. Robot-Manipulator MR-48 for Nuclear Industry / I.V. Voinov, A.M. Kazantsev, M.V. Nosikov // Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Moscow, 2018/ – pp. 1 – 6, DOI: 10.1109/ICIEAM.2018.8729125. (0,69 п.л., из них авторский вклад – 0,3 п.л.)
 9. Носиков М.В. Использование двумерных матричных кодов для задач идентификации и наведения РТК на объекты / М.В. Носиков // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 71-й научной конференции ЮУрГУ. – 2019. –

С. 593 – 601. (1,04 п.л., из них авторский вклад – 1,04 п.л.)

10. Носиков М.В. Робот-манипулятор МР-48 для атомной промышленности / И.В. Войнов, А.М. Казанцев, М.В. Носиков // Пром-Инжиниринг: труды IV международной научно-технической конференции. Москва–Челябинск–Новочеркасск, 2018. – С. 270 – 275. (0,69 п.л., из них авторский вклад – 0,4 п.л.)
11. Носиков М.В. Алгоритмическое обеспечение зон безопасности манипулятора МР-48 / А.М. Казанцев, М.В. Носиков // Наука ЮУрГУ. Секции технических наук: материалы 71 научной конференции ЮУрГУ. – 2017. – С. 478 – 486. (1,04 п.л., из них авторский вклад – 0,52 п.л.)

На автореферат диссертации поступили отзывы:

1. Кандидата технических наук, начальника лаборатории технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности центра робототехники и аварийного реагирования федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова» (г. Москва) Собольников Сергей Александрович. Отзыв положительный, в качестве замечаний отмечено следующее: 1) Недостаточно полно раскрыта методика синтеза комбинированной системы управления. 2) Не приведена методика оценки требований к аппаратному обеспечению в части объема регистрируемой информации для системы обучения и анализа действий оператора.
2. Кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника, заместителя главного конструктора государственного научного центра федерального государственного автономного научного учреждения «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (г. Санкт-Петербург) Даляева Игоря Юрьевича. Отзыв положительный, в качестве замечаний отмечено следующее: 1) Автор не дает описания самих технологических процессов, ввиду чего не обосновывается выбор рассматриваемой кинематической схемы. 2) Не раскрыто, как учитывались эргономические принципы при проектировании системы, в частности, оценка напряжения и усталости. 3) Не раскрыта архитектура структура системы тренажерного обучения операторов.

3. Кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника федерального государственного унитарного предприятия «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» (г. Снежинск Челябинской области) Грудакова Владимира Николаевича. Отзыв положительный, в качестве замечаний отмечено: 1) В автореферате не приведены сведения о состоянии подобных разработок в Российской Федерации и мире, что несколько усложняет объективную оценку работы. 2) В математической модели автор учитывает только кинематическую конфигурацию исполнительного органа манипулятора без учета динамических параметров его звеньев. 3) Не раскрыт алгоритм коррекции характеристики «отклонение задающего органа – выходной сигнал задающего органа» при малых и максимальных отклонениях задающего органа.
4. Кандидата технических наук, заместителя руководителя проекта создания производства по переработке отработанного ядерного топлива опытно-демонстрационного энергокомплекса акционерного общества «Сибирский химический комбинат» госкорпорации «Росатом» (г. Северск Томской области) Грязнова Романа Васильевича. Отзыв положительный, из замечаний отмечено: 1) Соискатель не приводит детализацию алгоритмов работы в зонах кинематических ограничений, в частности, не отражены алгоритмы вычисления расстояний до препятствий сложной геометрической формы. 2) Из автореферата сложно определить критерии оценки качества обучения вычисляются автоматически или с участием человека. 3) В автореферате не приведены условия проверки работоспособности манипулятора в радиационных полях.
5. Кандидата технических наук, начальника отделения прикладной радиохимии акционерного общества «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина» Госкорпорации «Росатом» (г. Санкт-Петербург) Кудинова Александра Станиславовича. Отзыв положительный, в качестве замечаний отмечено следующее: 1) В автореферате не приведен алгоритм выбора адаптивных коэффициентов передачи управляющих сигналов задающих органов в обобщенную координату вектора управляющего воздействия. 2) Отсутствует сравнение эффективности предложенной двухдвойстиковой задающей системы с возможной к применению шестистепенной однодвойстиковой системы.

6. Кандидата технических наук, доцента кафедры горных машин и транспортно-технологических комплексов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск Челябинской области) Курочкина Антона Ивановича. Отзыв положительный, в качестве замечаний указано: 1) В тексте автореферата отсутствует математическая постановка решаемых задач. 2) Из текста автореферата не совсем ясно какие методы математического моделирования использовались и как они применялись в решении поставленных задач.
7. Кандидата физико-математических наук, доцента кафедра прикладной математики и информатики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (г. Пермь) Шкарапуты Александра Петровича. Отзыв положительный, из замечаний отмечено: 1) В автореферате приводится формализм Лагранжа в различных его видах, но не понятно как они используются в решении задач, рассмотренных в диссертации. 2) Создалось впечатление, что в настройке коэффициентов усиления используется разработанная система обучения, что указывает на подходы из теории искусственного интеллекта. Почему автор не указывает на эти подходы, ведь они могли бы усилить научную новизну представленной работы?
8. Кандидата технических наук, доцента кафедры «Мехатронные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (г. Ижевск) Никитина Юрия Рафаиловича. Отзыв положительный, замечаний не отмечено.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что ими осуществлялись исследования по тематике диссертации и получены весомые научные результаты в рассматриваемой предметной области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая структура системы управления классом 6-степенных электромеханических манипуляторов с кинематическими парами вращательного типа,

предназначенных для автоматизации выполнения технологических операций в герметичных камерах в условиях сильных радиационных полей, отличающаяся введением аппаратно-программных средств ограничения моментов сил во вращательных кинематических парах манипулятора и обеспечения контроля за движением манипулятора, функциональной масштабируемостью системы и возможностью ее адаптации для решения поставленных научно-технических задач. Предложенная структура системы управления содержит функциональные элементы и связи, обеспечивающие управление исполнительным органом манипулятора по командам, формируемым оператором посредством задающих органов (автоматизированный режим управления) либо по заранее заданным траекториям (автоматический режим);

предложен способ и алгоритмы управления манипулятором от двух задающих органов типа «многокоординатный джойстик», отличительной особенностью которого является адаптивное изменение скорости перемещения исполнительного органа манипулятора при его приближении к геометрическим ограничениям внутри камеры (технологическое оборудование, внутренний габарит камеры);

введена аппаратно-программная архитектура системы тренажерного обучения операторов внутрикамерных электромеханических манипуляторов, являющаяся функциональным расширением системы управления, позволяющая выполнять эффективное обучение персонала в режиме «Инструктор»–«Оператор» и «ЭВМ»–«Оператор»;

доказана с помощью имитационного моделирования и экспериментальных исследований перспективность практического использования разработанной структуры системы управления, ее программной архитектуры, алгоритмов управления для задач автоматизации технологических операций по работе с радиоактивными материалами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

раскрыты проблемы используемых в настоящее время способов и алгоритмов реализации внутрикамерных технологических операций с применением манипуляторов копирующего типа, характеризующиеся недостаточной точностью, быстродействием и ограниченными функциональными возможностями в части режимов управления;

доказана корректность и эффективность предложенных в работе способов

управления и оценки пространственного положения манипуляторов рассматриваемого класса, позволяющих исключить ударные механические воздействия на манипулятор путем коррекции управляющих воздействий оператора за счет введения в функцию их вычисления матрицы весовых коэффициентов оценки приближения манипулятора к граничным условиям и коррекции коэффициентов передачи задающих органов а также обеспечивающих выполнение заданных или рассчитываемых траекторий подведения схвата манипулятора к объектам манипулирования;

применительно к проблематике диссертации результативно (с получением обладающего новизной способа управления в автоматизированном режиме и предложенных новых алгоритмов формирования управляющих воздействий с учетом оценки степени приближения вектора состояния манипулятора к его кинематическим ограничениям и геометрическим ограничениям внешней среды, а также автоматического подведения исполнительного органа к объекту манипулирования по информации от системы технического зрения) *использован* комплекс существующих методов синтеза цифровых адаптивных систем управления, численных методов, методологии проектирования программных систем, методов имитационного моделирования, постановки и проведения эксперимента;

изложены основные способы управления многостепенными электромеханическими манипуляторами данного класса в автоматическом (при воспроизведении заданных траекторий) и автоматизированном (с человеком-оператором в контуре управления) режимах;

изучены методы дистанционного управления электромеханическими манипуляторами с использованием различных типов человеко-машинного интерфейса, что позволило предложить эффективную систему задающих органов и средств представления информации как для управления манипулятором, так и для организации системы тренажерного обучения операторов;

проведена модернизация существующего подхода к автоматизированному и автоматическому способам управления манипулятором за счет введения дополнительного информационного канала – системы технического зрения и способа идентификации объектов манипулирования двумерными оптическими кодами, позволяющая существенно (в 1,5-2 раза) сократить время подведения манипулятора к объектам манипулирования с

использованием предложенного в работе алгоритма.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена в эксплуатацию качественно новая система управления новым типом внутрикамерных электромеханических радиационно-стойких манипуляторов для выполнения технологических операций с радиоактивными материалами в автоматизированном и автоматическом режимах;

определены перспективы использования новых типов внутрикамерных манипуляторов и внедрения разработанной структуры и алгоритмов работы системы управления, специального программного обеспечения, человеко-машинного интерфейса, систем технического зрения и системы тренажерного обучения операторов при техническом перевооружении существующих и создании перспективных производств Госкорпорации «Росатом»;

создана программная архитектура системы управления манипулятором, разработаны специализированные программные модули системы, реализующие предложенные способы автоматизированного и автоматического управления манипулятором, позволяющие эффективно выполнять технологические операции и их цепочки; спроектирована аппаратно-программная архитектура и информационная структура системы тренажерного обучения, позволяющая осуществлять обучение персонала работе с новым типом манипуляторов;

предложена методика автоматизированного формирования шаблонов исходного кода специализированных программных модулей системы управления, использующая функциональные средства расширяемой программной архитектуры и возможность декомпозиции задач системы управления на отдельные подзадачи, обеспечивающая снижение времени разработки новых функциональных модулей и целостность программного кода системы управления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ подтверждена эффективность разработанных алгоритмов управления внутрикамерными манипуляторами в различных режимах на

опытном образце манипулятора в условиях действующего производства в экстремальных условиях (в герметичной камере с присутствием сильных радиационных полей) в течении длительного времени (более 1000 часов);

теория, служащая основой для разработки способов и алгоритмов управления, предложенных в диссертационной работе, базируется на основных положениях и методах построения адаптивных систем управления и теоретических основах проектирования человеко-машинных систем управления, методах проектирования тренажерных и обучающих интерактивных систем, их проверке результатами компьютерного моделирования;

идея базируется на проведенном анализе используемых в настоящее время методов и средств автоматизации внутрикамерных технологических операций, анализе подходов к построению цифровых систем управления с переменной структурой и комбинированными режимами управления многостепенными электромеханическими манипуляторами, на учете и использовании накопленного опыта проектирования робототехнических систем и необходимости разработки систем управления с качественно более высокими технико-эксплуатационными характеристиками;

установлено подтверждение разработанных автором способов и алгоритмов управления результатами имитационного моделирования и экспериментальных исследований, а также непротиворечивость полученных в диссертации результатов ранее выполненными и опубликованными другими авторами научными исследованиями по рассматриваемой тематике;

использованы апробированные методики компьютерного моделирования, сертифицированные средства измерения, апробированные методы сбора и обработки исходных данных, полученных на опытном образце манипулятора и его системы управления для экспериментальной верификации разработанных алгоритмов.

Личный вклад соискателя состоит в:

– выполнении всестороннего анализа существующих подходов и известных технических решений по выполнению технологических операций в герметичных камерах основного производственного цикла предприятий по переработке отработанного ядерного

топлива, разработке теоретических подходов и новых технических решений, алгоритмов автоматизации выполнения данных операций с применением электромеханических исполнительных органов с учетом присутствия в контуре управления человека-оператора;

– непосредственном участии соискателя в получении и анализе исходных данных, проектировании исполнительного органа манипулятора, разработке аппаратной и программной архитектуры системы управления и алгоритмов ее функционирования, создании специализированных программных модулей, реализующих предложенные в работе режимы управления, а также проведении испытаний системы управления и системы тренажерного обучения в лабораторных условиях и в условиях действующего производства;

– внедрении результатов исследования системы управления в составе опытного образца разработанного внутрикамерного манипулятора в федеральном государственном унитарном предприятии «Производственное объединение «Маяк» (г. Озерск Челябинской обл.), представлении этих результатов в публикациях и на конференциях различного уровня.

Диссертационный совет пришел к заключению, что рассматриваемая диссертационная работа является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям пп. 9–14 Положения «О присуждении ученых степеней», предъявляемых ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Носиков Максим Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальной 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

На заседании 26 октября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Носикову Максиму Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, присутствовали в удаленном интерактивном режиме – 5 человек, проголосовали: «за» – 17, «против» – 0, «воздержались» – 0.

Председатель
диссертационного совета Д 212.298.03

А.Л. Шестаков

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.298.03

А.В. Голлай



26 октября 2020 г.