

Протокол № 49

заседания диссертационного совета Д 212.064.02, созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ) от 28 апреля 2016 года

при защите диссертации Варкова Артёма Александровича на тему: «Разработка и исследование системы управления манипуляционным промышленным роботом на базе контроллера движения» по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы, на соискание ученой степени кандидата технических наук

Присутствовали 19 членов диссертационного совета из 22:

1. Тарарыкин Сергей Вячеславович (председатель совета) – д-р т. наук, 05.13.06
2. Тютиков Владимир Валентинович (зам.председателя) – д-р т. наук, 05.13.06
3. Сидоров Сергей Георгиевич (Ученый секретарь) – канд. т. наук, 05.13.12
4. Виноградов Анатолий Брониславович – д-р т. наук, 05.09.03
5. Глазунов Виктор Федорович – д-р т. наук, 05.09.03
6. Голубев Александр Николаевич – д-р т. наук, 05.09.03
7. Казаков Юрий Борисович – д-р т. наук, 05.09.03
8. Колганов Алексей Руфимович – д-р т. наук, 05.13.12
9. Косяков Сергей Витальевич – д-р т. наук, 05.13.12
10. Курнышев Борис Сергеевич – д-р т. наук, 05.09.03
11. Мартынов Владимир Александрович – д-р т. наук, 05.09.03
12. Пантелеев Евгений Рафаилович – д-р т. наук, 05.13.12
13. Попов Геннадий Васильевич – д-р т. наук, 05.13.12
14. Ратманова Ирина Дмитриевна – д-р т. наук, 05.13.12
15. Салин Александр Григорьевич – д-р т. наук, 05.13.12
16. Тверской Юрий Семенович – д-р т. наук, 05.13.06
17. Тихонов Андрей Ильич – д-р т. наук, 05.09.03
18. Целищев Евгений Сергеевич – д-р т. наук, 05.13.06
19. Шипко Михаил Николаевич – д-р т. наук, 05.13.06

а также официальные оппоненты, преподаватели, аспиранты и сотрудники ИГЭУ.

Председательствующий на заседании профессор Тарарыкин Сергей Вячеславович на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания.

Списочный состав совета 22 человека. Присутствуют на заседании 19 членов совета из 22, в том числе докторов наук по специальности 05.09.03 - 7. Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите кандидатской диссертации Варкова Артёма Александровича на тему «Разработка и исследование системы управления

манипуляционным промышленным роботом на базе контроллера движения». Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 24 февраля 2016 года, протокол № 48.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Тютиков Владимир Валентинович, проректор по научной работе ИГЭУ.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, доцент Зюзев Анатолий Михайлович, профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»;
- кандидат технических наук Зеленский Александр Александрович, доцент кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «Станкин».

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО).

Ученый секретарь Совета Сидоров С.Г. который кратко докладывает об основном содержании документов соискателя и сообщает членам Совета, что все документы соответствуют установленным требованиям.

Соискатель излагает основные положения диссертации и отвечает на вопросы членов совета: Глазунова В.Ф., Виноградова А.Б., Колганова А.Р., Целищева Е.С., Ратмановой И.Д., Тихонова А.И., Курнышева Б.С., Тарарыкина С.В.

После технического перерыва выступает научный руководитель Тютиков Владимир Валентинович.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа, оформленное в виде выписки из протокола расширенного заседания кафедры «Электроника и микропроцессорные системы» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

Ученый секретарь оглашает отзыв ведущей организации ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО). Диссертационная работа и отзыв на диссертацию рассмотрены на заседании кафедры электротехники и прецизионных электромеханических систем 6 апреля 2016 года, протокол № 4. Отзыв подписал заведующий кафедрой кандидат технических наук, доцент Томасов В.С. и утвердил проректор по научной работе, доктор технических наук, профессор Никифоров В.О.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации.

Учёный секретарь сообщает присутствующим, что на автореферат диссертации поступило 9 отзывов, все отзывы положительные. С согласия членов совета делается обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзывах на автореферат диссертации.

Выступает официальный оппонент Зюзев Анатолий Михайлович.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Зачитывается отзыв официального оппонента Зеленского Александра Александровича, отсутствующего по уважительной причине.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии приняли участие члены совета: Курнышев Б.С., Казаков Ю.Б., Виноградов А.Б., Тарарыкин С.В. и доцент кафедры ЭиМС Красильникьянц Е.В.

Совет переходит к тайному голосованию. Избирается счетная комиссия из трех членов совета: Пантелеев Е.Р., Салин А.Г., Шипко М.Н.

После проведения тайного голосования председатель счётной комиссии Шипко М.Н. объявляет присутствующим результаты тайного голосования.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек. Присутствовало на заседании 19 членов совета, в том числе докторов наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы – 7.

Роздано бюллетеней – 19.

Осталось нерозданных бюллетеней – 3.

Оказалось в урне бюллетеней – 19.

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата технических наук Варкову Артему Александровичу подано голосов:

«за» – 19, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 19, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Варкова А.А. с присуждением ему ученой степени кандидата технических наук.

Совет переходит к обсуждению проекта заключения. После обсуждения и внесения редакционных поправок Совет открытым голосованием единогласно принимает следующее заключение:

Заключение диссертационного совета Д 212.064.02

на базе федерального государственного образовательного учреждения
высшего образования «Ивановский государственный
энергетический университет имени В. И. Ленина»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

решение диссертационного совета от 28 апреля 2016 г. № 49

О присуждении Варкову Артему Александровичу, гражданину России, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование системы управления манипуляционным промышленным роботом на базе контроллера движения» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 24 февраля 2016 г, протокол № 48 диссертационным советом Д 212.064.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Варков Артем Александрович 1986 года рождения.

В 2007 году соискатель с отличием окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

В 2010 году окончил аспирантуру ГОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по очной форме обучения.

Работает инженером на кафедре «Электроника и микропроцессорные системы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Электроника и микропроцессорные системы» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук Тютиков Владимир Валентинович, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», проректор по научной работе.

Официальные оппоненты:

– Зюзев Анатолий Михайлович, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок»;

– Зеленский Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «Станкин», доцент кафедры «Высокоэффективные технологии обработки».

Ведущая организация ГБАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (г. Санкт-Петербург) в своем положительном заключении, подписанном Томасовым Валентином Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электротехника и прецизионные электромеханические системы» и утвержденном проректором по научной работе доктором технических наук, профессором Никифоровым В.О., указала, что диссертация Варкова А.А. является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены задачи, имеющие важное значение для развития промышленности, прежде всего для обновления и замены существующего оборудования.

Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым ВАК России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Варков Артем Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 19 опубликованных работ общим объёмом 4,04 печатных листа, авторский вклад – 3,89 печатных листа, в том числе 7 статей в журналах, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и 1 статья в журнале, входящем в систему цитирования SCOPUS, в материалах Международных конференций – 10 работ. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1) Красильникъянц Е. В., Варков А. А., Тютиков В. В. Система управления манипуляционным роботом// Автоматизация в промышленности. - №5. – 2011. – С. 38-44.

Krasilnikyants E. V.Varkov A. A., Tyutikov V. V. Robot Manipulator Control System //Automation and Remote Control/ Vol. 74 Issue 9, Sep 2013. – pp. 1589-1598.

2) Красильникъянц Е. В., Варков А. А., Тютиков В. В. Программное обеспечение системы управления IntNCR манипуляционным роботом// Мехатроника. Автоматизация. Управление// №3. – 2012. – С. 31-36.

3) Тютиков В. В., Красильникъянц Е. В., Варков А. А. Система управления манипуляционным роботом с компенсацией динамических моментов// Автоматизация в промышленности// №6. – 2015. – С. 58-63.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов из следующих организаций: ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (подписал начальник НТЦ научно-производственного комплекса, д-р т. наук-Вермель В. Д.); Государственный инжиниринговый центр МГТУ «Станкин» (подписал ведущий научный сотрудник, канд т. наук Ивановский С. П.); ФГБОУ «Московский государственный машиностроительный университет» (подписал профессор кафедры «Технология машиностроения», д-р т. наук Вартанов М.В.); ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Институт радиотехнических систем и управления (подписал доцент кафедры встраиваемых систем, канд т. наук Клевцов С.И.); АО «Научно-исследовательский институт электромеханики» ОЭМИП, г. Истра (подписал директор-главный конструктор, канд т. наук Волков А.В.); ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (подписал доцент кафедры информационных систем и технологий,

канд т. наук, доцент Титенко Е.А.); ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (подписал заведующий кафедрой «Теоретической и общей электротехники» д-р т. наук Козловский В.Н.); ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» (подписал заведующий кафедрой электропривода, д-р т. наук Мещеряков В.Н.); ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет» (подписали заведующий кафедрой электрооборудования, д-р т. наук Немировский А.Е. и старший преподаватель кафедры Никифоров В.Е.).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, связаны: с недостаточным обоснованием допущений, принятых при построении обобщенной математической модели манипуляционного робота (МР); со способом учета изменения момента инерции при изменении конфигурации робота; с подтверждением эффективности разработанных систем управления (СУ); с недостатками оформления автореферата.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их широкой известностью своими достижениями в теоретических и экспериментальных исследованиях в области современного электропривода, которые позволяют им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: обобщенная математическая модель манипуляционного робота, включающая составляющую (компонент, часть) для расчёта прямой и обратной задач кинематики, динамическую составляющую, позволяющую вести расчёт моментов, действующих на звенья, и электромеханическую составляющую; разработан метод оптимизации расчётов динамической модели на основе уравнений Лагранжа-Эйлера, обеспечивающий минимизацию времени вычислений при сохранении желаемого качества управления;

предложены: структура и принципы построения СУ МР, основанные на двухпроцессорной архитектуре с применением контроллера движения и промышленного компьютера, позволяющие эффективно распределять и решать задачи расчёта траектории, логического контроля и управления электроприводами; варианты построения регуляторов положения и интегральные оценки качества СУ МР, которые определяют возможность их оптимального использования для различных режимов работы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны необходимость использования двухпроцессорной архитектуры с применением контроллера движения и промышленного компьютера для эффективного распределения и решения задач расчета траектории, логического контроля и управления электроприводами МР; возможность компенсации влияния изменения пространственной конфигурации МР средствами электропривода; целесообразность использования обобщенной математической модели МР при использовании регуляторов низкого порядка для управления перемещениями;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы: основные положения теорий электропривода и автоматического управления, матричное и операционное исчисление, аппарат передаточных функций и структурных схем, методы пространственных преобразований и объектно-ориентированного программирования, имитационное моделирование и натурные эксперименты на опытном образце САУ.

изложены методика оптимизации расчетов динамической модели; варианты построения регуляторов положения;

раскрыты причины, влияющие на качество управления манипуляционным роботом, необходимость использования обобщенной математической модели робота при использовании типовых регуляторов;

изучены основные факторы, влияющие на процесс управления роботом при изменении его пространственной конфигурации;

проведена модернизация системы управления манипуляционным роботом.

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

разработаны аппаратная реализация, алгоритмы и программное обеспечение СУ МР; структура программных средств СУ МР, рекомендации распределения вычислительных ресурсов между задачами системного и прикладного уровней; методика настройки СУ МР с использованием двухкритериального подхода; формат и реализация языка программирования.

внедрены в учебный процесс на кафедре «Электроника и микропроцессорные системы» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», 11.03.03 «Электроника и наноэлектроника» и на кафедре «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет» для студентов специальностей 151701.65 «Проектирование технологических машин и комплексов» квалификация «специалист» и 151900.62 «Технология машиностроения» квалификация «бакалавр»;

определены возможности уменьшения вычислительных затрат при расчете обобщенной математической модели на основе предложенного метода;

созданы аппаратная реализация, алгоритмы и программное обеспечение СУ МР с использованием контроллера движения и промышленного компьютера;

представлены результаты моделирования на опытном образце САУ МР.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты экспериментальных исследований получены на опытном образце системы управления шестизвенным МР PUMA-560 с использованием сертифицированных средств измерения параметров системы;

теоретические результаты работы подтверждаются корректным использованием методов теорий электропривода и автоматического управления, матричного и операционного счислений, аппарата передаточных функций и структурных схем, методов пространственных преобразований и объектно-ориентированного программирования; ими-

тационного моделирования и натуральных экспериментов на лабораторном и производственном оборудовании.

идеи базируются на анализе ранее проведенных исследований в области управления МР, а также на разработках в области управления механотронными системами;

использованы опубликованные результаты исследований других авторов, касающиеся систем управления манипуляционными роботами;

установлено соответствие полученных экспериментальных данных с данными независимых литературных источников;

использованы современные методики и технологии сбора и обработки данных.

Личное участие соискателя состоит в анализе общих подходов и определении требований к управлению манипуляционным роботом, в исследовании особенностей кинематики и динамики МР и формировании его математической модели; **при участии автора** разработаны и исследованы системы управления манипуляционным роботом с регуляторами различного типа, разработаны аппаратно-программные средства СУ МР, проведены экспериментальные исследования разработанной СУ МР; **лично автором** предложены метод оптимизации расчётов динамической модели на основе уравнений Лагранжа-Эйлера, обеспечивающий минимизацию времени вычислений при сохранении желаемого качества управления; варианты построения регуляторов положения и получены интегральные оценки качества СУ МР, которые определяют границы их рационального использования для различных режимов работы, а также подготовлены основные публикации по выполненной работе.

На заседании от 28 апреля 2016 г. диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области систем управления манипуляционным промышленным роботом на базе контроллера движения, что соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, и принял решение присудить Варкову Артему Александровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом разрешите считать заседание закрытым.

Председатель
диссертационного совета

 Тарарыкин Сергей Вячеславович

Учёный секретарь
диссертационного совета

 Сергей Георгиевич

*Подписи С.В. Тарарыкина и
С.Т. Сидорова заверены,
Учёный секретарь совета ШТ*



Сергей Георгиевич

Ширшова О.А.