

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 005.007.01  
НА БАЗЕ ФГБУН ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 30 октября 2015 г., № 9

О присуждении Юхимцу Дмитрию Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методы формирования программных сигналов и высокоточного управления скоростным движением подводных аппаратов» по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации»

принята к защите 22 мая 2015 г., протокол № 8 диссертационным советом Д 005.007.01 на базе ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, г. Владивосток, ул. Радио, 5, приказ № 1777-524 от 09.07.2010 г.

Соискатель Юхимец Дмитрий Александрович, 1976 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Синтез адаптивной системы управления пространственным положением подводного робота» защитил в 2002 году, в диссертационном совете на базе ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Соискатель работает старшим научным сотрудником лаборатории робототехнических систем ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории робототехнических систем ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Филаретов Владимир Федорович, заведующий лабораторией робототехнических систем ФГБУН Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Еремин Евгений Леонидович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных и управляемых систем ФГБОУ ВПО Амурский государственный университет;

2. Стажков Сергей Михайлович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы приводов, мехатроника и робототехника» ФГБОУ ВПО Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

3. Ющенко Аркадий Семенович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Робототехнические системы и мехатроника» ФГБОУ ВПО Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша Российской академии наук (г. Москва) в своем положительном заключении, подписанном Голубевым Ю.Ф., доктором физико-математических наук, профессором, заведующим отделом, Платоновым А.К., доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником, Пряничниковым В.Е., доктором технических наук, профессором, ведущим научным сотрудником, указала, что полученные в работе результаты по разработке методов синтеза систем управления (СУ) подводных аппаратов (ПА), основанном на подстройке параметров программных сигналов их движения являются новыми и вносят существенный вклад в развитие науки в области системного анализа и управления сложными динамическими объектами.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что с использованием предложенных методов упрощается реализация высокоточных СУ ПА, обеспечивающих их движение по сложным траекториям с предельно возможными скоростями при сохранении заданной точности.

Соискатель имеет 90 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 68 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 19. Из них две статьи в журнале «Известия РАН. Теория и системы управления» в соавторстве общим объемом 1.1 п.л., девять статей в журнале «Мехатроника, автоматизация, управление» в соавторстве общим объемом 4 п.л., 3 статьи в журнале «Информационно-измерительные и управляющие системы» в соавторстве общим объемом 1.4 п.л., одна статья в журнале «Проблемы машиностроения и надежности машин» в соавторстве объемом 0.5 п.л., одна статья в журнале «Известия ВУЗов. Электромеханика» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в журнале «Вестник ДВО РАН» в соавторстве объемом 0.4 п.л., одна статья в журнале «Известия ВУЗов. Машиностроение» в соавторстве объемом 0.5 п.л., одна статья в журнале «International Journal of Industrial Engineering and Management» в соавторстве объемом 0.5 п.л., одна статья в журнале «Мехатроника» в соавторстве объемом 0.3

п.л., монография «Устройства и системы управления подводными роботами» в соавторстве объемом 14 п.л., четыре статьи в трудах международного симпозиума «International DAAAM Symposium «Intelligent Manufacturing & Automation: Theory, Practice & Education» в соавторстве общим объемом 0.6 п.л., одна статья в трудах 8-го международного симпозиума IFAC «Computer Aided Control System Design» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах 14-го международного конгресса IFAC в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах международной конференции ASME «Engineering Systems Design and Analysis» в соавторстве объемом 0.4 п.л., одна статья в трудах международной конференции IEEE «Mechatronics and Automation» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах международной конференции IEEE/ASME «Advanced Intelligent Mechatronics» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах 8-го международного симпозиума «Pacific/Asia Offshore Mechanics Symposium» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах международной конференции «Control, Automation and Systems ICCAS» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах международной конференции «Computer Technology and Applications» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах 8-й международной конференции «Informatics in Control, Automation and Robotics» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах 7-й международной конференции «Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в материалах IV Всероссийской конференции «Математика, информатика, управление» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в материалах II международной конференции «Технические проблемы освоения Мирового океана» в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в материалах 5-й научно-технической конференции «Мехатроника, автоматизация, управление» в соавторстве объемом 0.25 п.л., две статьи в материалах международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника» в соавторстве общим объемом 0.6 п.л., одна статья в материалах Всероссийской конференции «Фундаментальные и прикладные вопросы механики и процессов управления» объемом 0.3 п.л., одна статья в материалах 6-й Всероссийской мультиконференции МКПУ в соавторстве объемом 0.3 п.л., одна статья в трудах Всероссийского совещания по проблемам управления в соавторстве объемом 0.6 п.л., десять патентов РФ на изобретения в соавторстве общим объемом 6 п.л., пять свидетельств о государственной регистрации программного обеспечения для ЭВМ в соавторстве общим объемом 1.5 п.л., десять тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях, из них девять в соавторстве, общим объемом 3 п.л.

Вклад Юхимца Д.А. в работах, опубликованных в соавторстве, заключается в

разработке методов синтеза высокоточных СУ движением ПА по пространственным траекториям в условиях неопределенности и переменности их параметров, и наличия существенных взаимовлияний между их степенями свободы, методов автоматического формирования программных сигналов движения ПА, обеспечивающих движение ПА по пространственным траекториям на предельной скорости с сохранением заданной точности, методов комплексирования данных, поступающих от датчиков ПА, обеспечивающих формирование сигналов обратных связей с желаемым периодом независимо от периода обновления данных от бортовых датчиков ПА, а также методов построения программных комплексов для полунатурного моделирования работы системы управления ПА.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кавалло Е., Филаретов В.Ф., Микелини Р., Юхимец Д.А. Особенности конструкции и системы управления автономного подводного аппарата с одним движителем для его точного перемещения // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2005. – № 6. – С.98-107.
2. Филаретов В.Ф., Юхимец Д.А. Синтез системы автоматического формирования программных сигналов управления движением подводного аппарата по сложным пространственным траекториям // Известия РАН. Теория и системы управление. – 2010. – № 1. – С.99-107.
3. Филаретов В.Ф., Юхимец Д.А. Способ формирования программного управления скоростным режимом движения подводных аппаратов по произвольным пространственным траекториям с заданной динамической точностью // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2011. – №4. – С.167-176.
4. Filaretov V., Yukhimets D. Synthesis Method of Control System for Spatial Motion of Autonomous Underwater Vehicle // International Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM). – 2012. – Vol. 3. – No 3. – P.133-141.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Все они положительные.

1. Отзыв из Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Автоматизация технологических процессов» Егоровым И.Н., содержит замечания: в автореферате не пояснено как обеспечивается быстрая перенастройка нейронных сетей при управлении движителями ПА, не показана применимость использующейся математической модели для описания ПА разных типов.

2. Отзыв из НОЦ современных технологий, системного анализа и моделирования Иркутского государственного университета путей сообщения, подписан д.т.н., профессором, директором Елисеевым С.В., содержит замечания: не достаточно подробно освещены вопросы связанности движений по отдельным

координатам, не уделено должное внимание учету особенностей ПА, как объекта управления.

3. Отзыв из Объединенного института проблем информатики Национальной академии наук Беларуси (г. Минск), подписан к.т.н., доцентом, ведущим научным сотрудником Несенчук А.А., содержит замечания: в автореферате не пояснен выбор отдельных коэффициентов в разработанных законах управления, не пояснены термины «наихудшие» и «наилучшие» параметры ПА, а также описание методов комплексирования данных от бортовых датчиков ПА и идентификации их параметров дано в общем виде без пояснения специфики, характерной для ПА.

4. Отзыв из Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (г. Москва), подписан д.т.н., старшим научным сотрудником лаборатории анализа и моделирования информационных процессов Кочетковым С.А., содержит замечания: не понятно, как формируется обратная связь в контуре управления движителями ПА, не пояснено, как преобразование входного сигнала контура скорости в последовательность ступенчатых сигналов позволит увеличить точность работы всей системы управления в целом.

5. Отзыв из Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики (г. Санкт-Петербург), подписан д.т.н., профессором, почетным главным конструктором Юревичем Е.И., содержит замечания: неясно, как при синтезе децентрализованной системы управления ПА учитываются взаимосвязи между каналами управления, могут ли предложенные методы коррекции программных сигналов движения использоваться при других способах задания траектории.

6. Отзыв из НИИ специального машиностроения Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана (г. Москва), подписан д.т.н., заведующим отделом «Подводные системы», заведующим кафедрой «Подводные роботы и аппараты» Вельтищевым В.В. и к.т.н., заведующим лабораторией, доцентом кафедры «Подводные роботы и аппараты» Егоровым С.А., содержит замечания: при синтезе системы управления движителями рассмотрен только один из возможных вариантов конструкции движителя, не ясно, как учтены зона нечувствительности и набегающий поток в модели движителя, какой необходим объем измерений для функционирования систем управления на основе нейронных сетей, не показано, как влияют на функционирование системы с переменной структурой наличие дополнительных динамических звеньев в цепи управления, не ясно, как повлияют на работу информационно-измерительного канала погрешности датчиков, использование протокола TCP/IP для построения

моделирующего комплекса может внести дополнительные задержки в передачу данных и снизить качество моделирования.

7. Отзыв из НИИ многопроцессорных вычислительных систем им. академика А.В. Каляева Южного федерального университета (г. Таганрог), подписан членом-корреспондентом РАН, д.т.н., профессором, директором Каляевым И.А. и д.т.н., заведующим отделом Капустяном С.Г., содержит замечания: в автореферате не сформулированы отличительные признаки полученных научных результатов, отсутствует сравнительный анализ разработанных методов с методами, предложенными другими авторами, присутствуют опечатки.

8. Отзыв из Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, подписан д.т.н., зам. директора по научной работе, заведующим лабораторией автономных робототехнических систем Ронжиным А.Л., содержит замечания: структурная схема подходов и задач, решаемых в диссертации, представлена без оснований полноты и целостности, не даны количественные оценки размерности нейронных сетей, применяемых для управления движителями ПА, не указана отрасль специальности 05.13.01, структура автореферата не полностью соответствует п. 9.2.1 ГОСТ Р 7.0.11-2011.

9. Отзыв из Новосибирского государственного технического университета, подписан д.т.н., доцентом, профессором кафедры автоматики Французовой Г.А., содержит замечания: из текста автореферата неясно, какой метод синтеза нелинейного регулятора был использован для синтеза системы управления движителями, как предполагается уменьшить размерность нейронных сетей и организовать обучающие выборки малого объема, позволит ли нейросетевой регулятор подавить влияние внешних возмущений, не приведены рекомендации по формированию псевдо траекторий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствии требованиям пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также заключением комиссии диссертационного совета Д 005.007.01, зафиксированном в протоколе №8 заседания диссертационного совета Д 005.007.01 в Институте автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук от 22 мая 2015 г.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

разработан новый принцип построения СУ ПА, включающих дополнительные контуры коррекции программных сигналов их движения;

предложены методы автоматического формирования программных сигналов, позволяющих обеспечить движение ПА по заданной траектории с предельно возможной скоростью;

доказана перспективность коррекции программных сигналов движения для увеличения точности движения ПА без изменения их систем управления;

введено понятие виртуальной траектории движения ПА, означающей траекторию, формуируемую на основе исходной траектории в процессе движения ПА, отработка которой с большими динамическими ошибками, приведет к движению ПА по исходной траектории с высокой точностью.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

доказана возможность повышения точности движения ПА по пространственным траекториям при использовании простых линейных регуляторов за счет подстройки параметров программных сигналов движения;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы теории автоматического управления линейными и нелинейными системам;

изложены новые постановки задач, возникающих в процессе синтеза систем автоматического формирования программных сигналов движения ПА.

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

результаты работы внедрены в Дальневосточном федеральном университете (г. Владивосток) в образцы подводной робототехники и в образовательный процесс, в Институте автоматики и процессов управления ДВО РАН (г. Владивосток) при выполнении научно-исследовательских работ;

определенны перспективы повышения производительности и качества выполнения подводных операций, выполняемых ПА различных типов, а также создания новых образцов ПА с улучшенными функциональными свойствами;

представлены рекомендации к использованию результатов работы на предприятиях, занимающихся созданием и эксплуатацией подводных аппаратов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

теория, используемая при описании методов синтеза высокоточных систем управления движением ПА, комплексирования данных от бортовых датчиков ПА базируется на классических подходах теории автоматического управления, ее использование соответствует общепринятым теоретическим и практическим положениям и согласуется с опубликованными в научной литературе данными;

установлена согласованность полученных автором результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

достоверность результатов работы подтверждается данными вычислительных и натурных экспериментов, которые подробно описаны и воспроизводимы.

**Личный вклад соискателя состоит в** непосредственном участии автора во всех этапах работы; в разработке метода синтеза децентрализованной СУ пространственным движением ПА; в разработке метода синтеза СУ и методов формирования программных сигналов и траекторий движения ПА с одним поворотным движителем; в разработке метода синтеза систем автоматического формирования программной скорости движения и систем коррекции программных сигналов движения ПА; в разработке метода комплексирования данных от бортовых датчиков ПА и метода идентификации их параметров; в разработке подхода к построению программного комплекса для полунатурного моделирования ПА; в проведении математического моделирования и экспериментальных исследованиях; в подготовке публикаций и докладов на конференциях по теме работы.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Юхимца Д.А. представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение важной для народного хозяйства задачи разработки методов синтеза высокоточных и легкореализуемых систем управления движением ПА по пространственным траекториям, актуальной в теории автоматического управления и подводной робототехники. Диссертация соответствует критериям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

На заседании 30 октября 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Юхимцу Д.А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 30 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 32 человек, входящего в состав совета, проголосовали: за – 30 , против – 0 , недействительных бюллетеней нет .

Председатель

диссертационного совета

Кульчин Юрий Николаевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

30.10.2015 г.

Петрунько Наталья Николаевна

