

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

ЮФУ801.02.06

созданного на базе Научно-исследовательского института многопроцессорных
вычислительных систем имени академика А.В. Каляева

Инженерно-технической академии

Южного федерального университета,

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____,

решение диссертационного совета

от «22» марта 2024 г. №2

О присуждении Батюкову Александру Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы, алгоритмы и устройство позиционирования мехатронного тоннелепроходческого комплекса для прокладки подземных коммуникаций» по специальности 2.5.4 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы, технические науки, принята к защите 12 января 2024 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом ЮФУ801.02.06, созданным на базе Научно-исследовательского института многопроцессорных вычислительных систем имени академика А.В. Каляева Инженерно-технологической академии Южного федерального университета приказом №373-ОД от 22 декабря 2022 г.

Соискатель Батюков Александр Владимирович 1994 года рождения,

В 2016 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» по направлению 13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника», бакалавриат (диплом 106105 0479128 дата выдачи 29.06.2016).

В 2018 г. соискатель Батюков Александр Владимирович окончил очную

магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» по направлению: 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника», (диплом с отличием 106105 0050428 дата выдачи 29.06.2018).

В 2022 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение (диплом 106105 0017114 дата выдачи 14.07.2022).

Работал в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» в должностях: инженера НИИ Электромеханики, техника отдела проектирования изделий для предприятий ОПС (ОПИ), младшего научного сотрудника инжинирингового центра «Сквозные производственные технологии» (с 04.2018 г. по 08.2022 г.), в ООО «Северо-Кавказский Технический Центр», г. Краснодар, в должностях: инженера 3-й категории, инженера АСУ ТП 2-й категории проектного отдела (с 09.2022 г. по настоящее время).

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова».

Научный руководитель – Павленко Александр Валентинович, доктор технических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Чернышев Вадим Викторович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Динамика и прочность», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград;
2. Костюков Владимир Александрович, кандидат технических наук,

доцент кафедры «Электротехники и мехатроники», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»

Соискатель имеет 17 опубликованных работ по теме диссертации из них в **рецензируемых научных журналах, входящих в Перечень ВАК РФ** опубликовано 5 статей, в материалах международных и российских научно-технических конференций опубликованы тезисы 4-х докладов и 5 публикаций в других изданиях, в том числе 2 статьи в рецензируемых изданиях. Соискателем получен 1 патент на изобретение и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научной степени работах, виде, авторском вкладе и объеме научных изданий.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Анализ систем позиционирования микротоннелепроходческих комплексов / А. В. Батюков, А. А. Гуммель, В. С. Пузин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2019. - № 2(202). - С. 26-36. - DOI 10.17213/0321-2653-2019-2-26-36. **(ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 50% авторских);**

2. Математическая модель пространственного движения проходческого щита микротоннелепроходческого комплекса / А. В. Батюков, А. А. Гуммель, Н. А. Глебов, М. А. Земляной // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2018. - № 4(200). - С. 72-78. - DOI 10.17213/0321-2653-2018-4-72-78. **(ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 40% авторских);**

3. Численное моделирование процесса движения щита микротоннелепроходческого комплекса / А. В. Батюков, Н. А. Глебов, А. В. Павленко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2019. - № 4(204). - С. 44-50. - DOI 10.17213/0321-2653-2019-4-44-50. **(ведущий рецензируемый журнал,**

входит в перечень ВАК, 60% авторских);

4. Программное обеспечение верхнего уровня вычислительной системы мобильного диспетчерского пункта микротоннелепроходческого комплекса / М. Б. Хорошко, А. А. Гуммель, А. В. Батюков [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2020. - № 2(206). - С. 41-47. - DOI 10.17213/1560-3644-2020-2-41-47. **(ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 30% авторских);**

5. Батюков, А. В. Разработка и экспериментальное исследование комбинированного устройства позиционирования для системы управления микротоннелепроходческим комплексом / А. В. Батюков // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2022. - № 3(215). - С. 57-63. - DOI 10.17213/1560-3644-2022-3-57-63. **(ведущий рецензируемый журнал, входит в перечень ВАК, 100% авторских).**

6. Батюков, А. В. Комбинированное устройство позиционирования для системы управления микротоннелепроходческим комплексом / А. В. Батюков // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. - 2021. - Т. 64, № 2. - С. 65-70. - DOI 10.17213/0136-3360-2021-2-65-70. **(рецензируемый журнал, 100% авторских);**

7. Моделирование процесса управления движением проходческого щита микротоннелепроходческого комплекса / А. В. Батюков, Н. А. Глебов, А. В. Павленко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. - 2020. - Т. 63, № 5. - С. 55-60. - DOI 10.17213/0136-3360-2020-5-55-60. **(рецензируемый журнал, 50% авторских).**

Вклад Батюкова А.В. в представленных работах: в [1] поиск и анализ научно-технической литературы, описывающей существующие устройства и методы позиционирования проходческих щитов, исследование технических характеристик существующих устройств позиционирования; в [2, 3] разработана и исследована математическая модель движения проходческого щита и ее численная реализация, в [4, 6] разработаны метод и алгоритм

определения координат проходческого щита, в [7] разработан метод и алгоритм формирования комбинации гидроцилиндров, разработано ПО для определения комбинаций гидроцилиндров, в [5] проведены экспериментальные исследования предложенного устройства позиционирования проходческого щита.

Во всех работах, выполненных в соавторстве, определен личный вклад автора.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

- официального оппонента, доктора технических наук, доцента, Чернышева Вадима Викторовича, 7 замечаний;

- официального оппонента, кандидата технических наук, доцента, Костюкова Владимира Александровича, 9 замечаний;

- ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск. Отзыв подписал заведующий кафедрой «Мехатроника и гидропневмоавтоматика», доктор технических наук, профессор Шошиашвили Михаил Элгуджевич, 2 замечания;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск. Отзыв подписали д.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Смердин Александр Николаевич, к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта», Филиппов Виктор Михайлович, 2 замечания;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург. Отзыв подписал д.т.н., доцент, профессор кафедры «Электрическая тяга», Колпахчян Павел Григорьевич, 2 замечания;

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Ростовский государственный университет

путей сообщения, г. Ростов-на-Дону. Отзыв подписали к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог» Ревякин Алексей Анатольевич, д.т.н., профессор кафедры «Изыскания, проектирование и строительство железных дорог» Куштин Владимир Иванович, 2 замечания;

- ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», г. Владикавказ. Отзыв подписал к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Промышленная электроника» Маслаков Максим Петрович, 3 замечания.

Все отзывы положительные, во всех отзывах отмечено, что работа соответствует специальности 2.5.4 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы, технические науки.

Наиболее существенные замечания:

1. В главе 2 при разработке математической модели недостаточно четко прописаны характеристики используемых систем отсчета (неподвижной, подвижной, локальной, «местной» и др.), а также не разъяснено, что такое «точка разворота», с которой связывается начало подвижной системы отсчета.

2. Из обзора, приведенного автором в главе 1, следует, что лазерные дальномеры и инерциальные датчики уже используются в тоннелепроходческом деле. Если автор впервые предложил метод, основанный на использовании этих двух типов устройств, то в диссертации и в автореферате недостаточно уделено внимание организации их совместной работы.

3. В главе 3 диссертации описывается методика преобразования координат из локальной системы в местную, приводятся соответствующие формулы. Однако, при этом, учитываются только повороты, а смещения не учитываются.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их достижениями в данной отрасли науки и способностью определить научную и практическую

ценность диссертации.

Доктор технических наук, профессор Чернышев Вадим Викторович является специалистом в области робототехники, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет 14 публикаций в журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science. Д.т.н., профессор Чернышев В.В. не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ801.02.06.

Кандидат технических наук, доцент Костюков Владимир Александрович является специалистом в области робототехники, имеет необходимое количество публикаций в рецензируемых ведущих научных журналах по тематике диссертации, в том числе за последние 5 лет 11 публикаций в журналах из списка ВАК и в изданиях, индексируемых в базах SCOPUS и Web of Science. К.т.н., доцент Костюков В.А. не является членом аттестационной комиссии ЮФУ и членом диссертационного совета ЮФУ801.02.06.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие научные результаты, обладающие научной новизной и свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку:

1. Математическая модель мехатронного проходческого щита микротоннелепроходческого комплекса, **отличающаяся** учетом особенностей и условий движения щита и позволяющая осуществлять ведение щита по криволинейным траекториям.

2. Метод и реализующий его алгоритм ведения проходческого щита в соответствии с проектным направлением, **отличающиеся** использованием процедуры формирования необходимой комбинации гидроцилиндров, обеспечивающей движение ножевой точки в заданном направлении по управляющим сигналам, формируемым оптимальным регулятором с

использованием математической модели щита, что позволяет осуществлять движение проходческого щита по криволинейной траектории с требуемой точностью.

3. Метод и реализующий его алгоритм определения координат ножевой точки мехатронного проходческого щита, **отличающиеся** от известных сочетанием процедуры измерения координат только одной точки хвостовой части щита с помощью лазерного дальномера и процедуры определения углов ориентации щита (крена, тангажа и рысканья) с использованием микроэлектромеханической системы на основе акселерометра, гироскопа и магнитометра, что позволяет осуществлять проходку прямолинейных и криволинейных тоннелей малого диаметра с требуемой точностью.

4. Принцип построения комбинированного устройства позиционирования, **отличающийся** использованием лазерного приемопередатчика, приемной фотомишени и микроэлектромеханической системы и позволяющий определять координаты проходческого щита при строительстве прямолинейных и криволинейных тоннелей малого диаметра методом продавливания.

Все научные результаты диссертации получены автором лично.

Теоретическая значимость исследования. Диссертация вносит вклад в развитие и совершенствование методов и алгоритмов позиционирования подвижных объектов. Применительно к проблематике диссертации разработана математическая модель мехатронного проходческого щита микротоннелероходческих комплексов, предложены метод и алгоритм ведения проходческого щита в соответствии с проектным направлением, метод и алгоритм определения координат ножевой точки проходческого щита.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в реализации устройства позиционирования, разработке алгоритмов и программных средств комбинированного устройства позиционирования, в том числе алгоритма взаимодействия с системой управления тоннелероходческих комплексов, позволяющих осуществлять

движение проходческого щита с требуемой погрешностью.

Теоретические и практические результаты работы использовались при разработке устройств позиционирования для автоматизированной системы управления мехатронным тоннелепроходческим комплексом в НИИ Электромеханики и ООО НПП «МагнетикДон». Результаты внедрения отражены в соответствующих актах внедрения, утвержденных председателем комиссии НИИ Электромеханики Батищевым Д.В. и директором ООО НПП «МагнетикДон» Щучкиным Д.А.

Результаты диссертационного исследования использовались при выполнении следующих научных работ:

1. Проект в рамках постановления правительства РФ П218 по теме: «Создание высокотехнологичного производства импортозамещающего горнопроходческого оборудования, оснащенного интеллектуальными системами управления, для освоения подземного пространства городов». № 074-11- 2018-010 от «5» июня 2018 г.

2. Грант Российского Фонда Фундаментальных исследований по теме: «Исследование возможности применения комбинированной системы подземной навигации для системы управления проходческим щитом микротоннелепроходческого комплекса» № 20-38-90123\20.

3. Грант Фонда Содействия Инновациям в рамках программы УМНИК по теме: «Разработка системы позиционирования микротоннелепроходческих щитов модульной конструкции», договор № 16222ГУ/2021.

Достоверность и обоснованность научных результатов в достаточной мере подтверждается корректностью допущений, принимаемых при разработке моделей и алгоритмов, корректным применением методов измерения и обработки данных при проведении исследований, использованием поверенных средств измерений при проведении экспериментов, соответствием теоретических результатов экспериментальным исследованиям макетного образца системы подземной навигации в лабораторных и полевых условиях, а также внедрением научных

и практических результатов в различных организациях и проектах. Результаты работы представлялись на научных конференциях и семинарах международного и всероссийского уровня.

Личное участие соискателя состоит в выполнении всех этапов диссертационного исследования: постановке и формулировке задач исследования; проведении исследований, включая разработку: математической модели проходческого щита; методов и алгоритмов ведения проходческого щита в соответствии с проектным направлением, определения координат проходческого щита. Соискателем лично реализован программный продукт на основе разработанных методов и алгоритмов. Проведены эксперименты и получены результаты. Проведена апробация полученных результатов и их внедрение в организации, подготовлены публикации по результатам исследования.

На заседании 22 марта 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Батюкову А.В. ученую степень кандидата технических наук, так как в его диссертации содержится **решение актуальной научной задачи**: разработка методов, алгоритмов и средств, обеспечивающих повышение точности позиционирования проходческих щитов мехатронных тоннелепроходческих комплексов малого диаметра, предназначенных для строительства подземных коммуникаций в условиях плотной городской застройки при прямолинейной и криволинейной проходке. В диссертации отсутствуют заимствования без ссылок на авторов или источник заимствования. Приведены ссылки на все публикации, выполненные соискателем лично или в соавторстве и содержащие результаты диссертационного исследования. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Разработанные в диссертации методы, алгоритмы и средства позиционирования могут быть рекомендованы к внедрению при строительстве тоннелей с использованием технологии микротоннелирования.

Диссертация Батюкова Александра Владимировича на тему «Методы, алгоритмы и устройство позиционирования мехатронного тоннелепроходческого комплекса для прокладки подземных коммуникаций» является завершенной научно-квалификационной работой, обладающей теоретической и практической значимостью, внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку и соответствует требованиям, установленным разделом 2, положения «О присуждении ученых степеней в ЮФУ» в редакции от 22.12.2023 г. приказ №368-ОД и приказом ректора ЮФУ №2836 от 20.12.2022 г. (п. 2) к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.5.4 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы (технические науки), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек проголосовали: за присуждение ученой степени «11», против присуждения ученой степени «0», недействительных бюллетеней «3».

Зам. председателя
диссертационного совета

Веселов Геннадий Евгеньевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Кухаренко Анатолий Павлович

«22» марта 2024 г.

