

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 сентября 2022 г. протокол № 4

О присуждении Чех Вадиму Андреевичу гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система электроснабжения телеуправляемого необитаемого подводного комплекса с передачей энергии по кабель-тросу на постоянном токе» по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы принята к защите 04.07.2022, протокол № 14 диссертационным советом Д 212.173.04, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ведомственная принадлежность, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Чех Вадим Андреевич, 20 октября 1993 года рождения, в 2017 году закончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по направлению 11.04.04 - «Электроника и наноэлектроника», в 2021 году завершил обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации по направлению 13.06.01 - «Электро- и теплотехника». Работает младшим научным сотрудником в Научно-исследовательском институте автоматизации и

электромеханики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте автоматики и электромеханики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Рулевский Виктор Михайлович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ректор.

Официальные оппоненты:

Пантелеев Василий Иванович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, заведующий кафедрой электроэнергетики;

Однокопылов Георгий Иванович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (НИ ТПУ), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, профессор Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полюс» (АО «НПЦ «Полюс»), г. Томск, в своем положительном заключении, подписанном Хандориным Михаилом Михайловичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником отделения автономной энергетики и преобразовательной техники и утвержденном Балусом Иваном Владимировичем,

заместителем генерального директора по научной работе, главным конструктором АО «НПЦ «Полюс» указала, что «Структура и содержание диссертации отвечают заявленной теме и сформулированной цели исследований, что позволяет сделать вывод о завершенности работы в целом. По своему содержанию работа соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. Несмотря на отмеченные недостатки, в целом диссертация «Система электроснабжения телеуправляемого необитаемого подводного комплекса с передачей энергии по кабель-тросу на постоянном токе» является законченной квалификационной работой, обладает научной новизной, практической ценностью для науки и производства и полностью отвечает критериям пп.9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор Чех Вадим Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.»

Соискатель имеет всего 15 работ, из них 14 опубликованных работ по теме диссертации, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 4 публикации отмечены в наукометрических системах Web of Science и Scopus, 7 публикаций в прочих изданиях (в том числе в материалах международных и всероссийских конференций). Также автором получен 1 патент РФ на изобретение, 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 75 %, общим объемом – 7,8 п.л. Недостоверные сведения в опубликованных работах отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Оптимизация регулятора напряжения в системе электропитания глубоководных аппаратов / В.М. Рулевский, В.Г. Букреев, Е.Б. Шандарова, В.А. Чех // Робототехника и техническая кибернетика. – Т. 7. – № 1. – Санкт-Петербург: ЦНИИ РТК. – 2019. – С. 71-79;
2. Система электропитания глубоководного аппарата с высоковольтной передачей энергии постоянного тока по кабель-тросу / В.М. Рулевский, В.А. Чех, В.Г. Букреев, Р.В. Мещеряков // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2018. – № 1 (195). – С. 155-167;

3. Рулевский В.М. Управление трехфазным автономным инвертором напряжения с предмодуляцией третьей гармоники в системе электропитания глубоководного аппарата / В.М. Рулевский, А.Г. Юдинцев, В.А. Чех // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2018. – Т. 10, № 5. – С. 1075-1086;
4. Chekh V.A. Closed-loop power supply for an autonomous object with a DC power transmission line and voltage drop compensation / V.A. Chekh, V.M. Rulevskiy, D.Y.Lyapunov, A.A Pravikova (Article number 012008) // Journal of Physics: Conference Series – 2021. – Vol. 1862, P.1-7;
5. Chekh V.A. Mathematical model of power supply system for remotely operated underwater vehicle with dc power transmission line and load voltage feedback / V.A. Chekh, D.Y.Lyapunov, A.A Pravikova (Article number 012028) // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2021. – Vol. 1019, P.1-5;
6. Chekh V.A. Tuning the Controller of a Power Supply for an Autonomous Object / V.A. Chekh, D.Y. Lyapunov, D.S. Lunkin (Article number 9271426) // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon): proceedings, Vladivostok, October 6-9. – 2020, P.1-5;
7. Voltage stabilizer in power supply of underwater vehicle (Article number 022018) / V.M. Rulevskiy, V.A. Chekh, Y.A. Shurygin, A.A. Pravikova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (MEACS): proceedings, Tomsk, December 4-6. – Томск: Institute of Physics Publishing, 2018. – Vol. 327(2), P.1-7;
8. Устройство электроснабжения телеуправляемого необитаемого подводного аппарата с передачей энергии постоянного тока по кабель-тросу: пат. 2759118 Рос. Федерация от 03.07.2020 / Чех В.А., Рулевский В.М;
9. Программа для идентификации передаточной функции динамического объекта: Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2020618587 Российской Федерации / В.А. Чех, Д.Ю. Ляпунов. Дата регистрации 30.07.2020.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов: все положительные.

1. Отзыв доктора технических наук, профессора, директора ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк), **Мышляева Леонида**

Павловича – замечания по влиянию подводных преобразователей на надежность, по режиму работы несимметричной нагрузки.

2. Отзыв доктора технических наук, профессора, академика Международной академии информатизации, академика Международной академии наук высшей школы, заведующего кафедрой «Средства связи и информационная безопасность» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» **Майстренко Василия Андреевича** – замечания связаны с внешней характеристикой, с диапазоном выходной мощности системы.

3. Отзыв доктора технических наук, профессора, Санкт-Петербургский государственный морской технологический университет, **Сенькова Алексея Петровича** – замечания связаны с информацией основных потребителей энергии, с работой разомкнутой системы.

4. Отзыв доктора технических наук, профессора, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева», профессора кафедры системного анализа и исследования операций **Ковалева Игоря Владимировича** – замечания об отсутствии конкретного разделения области применения систем на постоянном токе, о преимуществах трехжильного кабель-троса на постоянном токе, об исследовании кабель-троса с сосредоточенными параметрами.

5. Отзыв кандидата технических наук, доцента, лауреата Государственной премии РФ им. Г.К. Жукова, заведующего кафедрой «Систем управления и компьютерных технологий», проректора по научной работе и инновационному развитию Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» **Матеева Станислава Алексеевича** – замечания связаны с исключением исследования выходного напряжения 300 В в подводной части, с требованием энергетических и массогабаритных показателей, с исследованием активно-индуктивной нагрузки.

6. Отзыв кандидата технических наук, заместителя директора по научной работе института энергетики, доцента кафедры электроснабжения горных и

промышленных предприятий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» **Беляевского Романа Владимировича** – замечания по работе разомкнутой системы, по требованиям к системе управления.

7. Отзыв кандидата технических наук, научного сотрудника Лаборатории прикладной электроники Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук **Оскирко Владимира Олеговича** – замечания, связанные с улучшением энергетических и массогабаритных показателей, точностью разработанных моделей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью, наличием достижений в области силовой электроники, высокой компетентностью в сфере, связанной с исследованиями систем преобразования электрической энергии, наличием публикаций в указанной области, а также возможностью дать научную оценку диссертационной работе. Пантелеев Василий Иванович – доктор технических наук, является крупным специалистом в области разработки, исследования, проектирования и практической реализации электромеханических систем и автономных систем электроснабжения, методов синтеза алгоритмов их управления. Имеет большое количество публикаций по темам близким к диссертационной работе. Однокопылов Георгий Иванович – доктор технических наук, является признанным специалистом в области создания электротехнических комплексов на базе электродвигателей и устройств силовой электроники, а также исследования динамических процессов, протекающих в них. АО «Научно-производственный центр «Полюс» – один из крупнейших научно-производственных центров Российской Федерации, известный проводимыми исследованиями по вопросам проектирования, создания и оптимизации структур силовой электроники и их алгоритмов управления, занимающийся моделированием преобразовательной техники и повышением ее энергетической эффективности.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны схемотехническое решение создания систем электроснабжения телеуправляемых необитаемых подводных комплексов и алгоритмы управления,

позволяющие обеспечить стабилизацию напряжения на нагрузке при высоких энергетических и массогабаритных показателях системы;

предложены математические и имитационные модели системы электроснабжения с передачей энергии по кабель-тросу на постоянном токе, учитывающие изменяющиеся параметры кабель-троса и полезной нагрузки;

доказана целесообразность применения регулятора напряжения с перестраиваемыми коэффициентами в бортовой части системы электроснабжения для стабилизации выходных напряжений в подводной части системы, обоснована перспективность применения трехжильного кабель-троса при передаче энергии на постоянном токе;

введено понятие «система электроснабжения телеуправляемого необитаемого подводного комплекса».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что регулятор напряжения с перестраиваемыми коэффициентами и методом антинасыщения интегральной составляющей позволяет обеспечить требуемое качество выходного напряжения в системе электроснабжения при изменении параметров кабель-троса и мощности потребляемой энергии научно-техническим и специальным оборудованием подводного комплекса;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы коммутационных функций, методы численного и имитационного моделирования, теории энергоэффективности энергетических систем и элементы линейной алгебры;

изложены положения, направленные на разработку математических моделей, с использованием метода коммутационных функций и метода переменных состояний с учетом реализации алгоритма управления трехфазного трехуровневого инвертора напряжения;

раскрыто несоответствие между передовым уровнем развития информационных систем, средств измерений параметров выходного напряжения системы электропитания и возможностями традиционных методов получения сигналов обратной связи;

изучены зависимости энергетических показателей качества стабилизации выходного напряжения подводной части от выходных напряжений и токов бортовой части системы электроснабжения;

проведена модернизация методики проектирования регулятора напряжения системы управления бортовой части системы электроснабжения.

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

разработаны и внедрены: система электропитания телеуправляемого необитаемого подводного комплекса «СЭП ТНПК» в АО «Тетис Про»; математические модели и методика проектирования регулятора системы управления бортовой части системы электроснабжения, которая используется в образовательном процессе «Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники» при подготовке студентов направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Промышленная электроника»; основные принципы построения современных систем электроснабжения телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов с передачей энергии по кабель-тросу на постоянном и переменном токе, которые используются в учебном процессе «Инженерной школы энергетики Национального исследовательского Томского политехнического университета» при подготовке студентов направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»;

определены перспективы практического использования результатов диссертационной работы для улучшения энергетических и массогабаритных характеристик систем электроснабжения телеуправляемых необитаемых подводных комплексов мощностью до 100 кВт;

создана система практических рекомендаций по применению разработанных технических решений построения систем электроснабжения на постоянном токе, позволяющих существенно повысить качество проектирования данных систем и улучшить их энергетические и массогабаритные показатели;

представлены методические рекомендации по улучшению энергетических и массогабаритных показателей систем электроснабжения телеуправляемых необитаемых подводных комплексов за счет применения трехжильного кабель-троса.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты, полученные с применением сертифицированного измерительного оборудования, согласуются с результатами расчетов и характеризуются удовлетворительной воспроизводимостью;

теория построена на основных положениях теории автоматического регулирования, математического анализа и основ электротехники, известных проверяемых данных и согласуется с авторскими и опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении результатов применения полупроводниковых преобразователей в составе распределенных систем электроснабжения телеуправляемых необитаемых подводных комплексов с передачей энергии на постоянном токе по кабель-тросу длиной до 8000 метров;

использованы сравнения авторских данных, полученных с применением разработанных математических и имитационных моделей, которые базируются на использовании метода коммутационных функций и теории переменных состояния;

установлено качественное и количественное совпадение результатов, полученных автором с использованием разработанных математических моделей и имитационных моделей с результатами, полученными при проведении физического эксперимента, эксплуатации опытного образца;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, полученной в результате математического и имитационного моделирования систем электроснабжения телеуправляемых необитаемых подводных комплексов, и экспериментального исследования.

Личный вклад соискателя состоит в:

совместно с научным руководителем сформулирована цель и поставлены задачи исследования, обоснованы и разработаны методы их решения. Лично соискателем: произведена теоретическая проработка и экспериментальная проверка всех положений диссертационной работы, разработаны математические и имитационные модели систем электроснабжения, методика проектирования регулятора напряжения с перестраиваемыми коэффициентами, методы проектирования систем электроснабжения с передачей энергии по трехжильному кабель-тросу на постоянном токе, под руководством и при непосредственном участии выполнены разработка, создание и исследование экспериментального образца системы электроснабжения мощностью 50 кВт.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Цель диссертационной работы не в полной мере отражает содержание исследования. Однако работа структурирована, обобщает достигнутые результаты научной и практической деятельности автора и представляет собой комплексное завершенное исследование, выполненное автором самостоятельно;

2. При изложении материалов диссертации применена «вольная» трактовка понятий, а именно: аппроксимирующая передаточная функция при линеаризации объекта управления, антинасыщение интегральной составляющей регулятора напряжения;

3. Не в полной мере отражена необходимость разработки аналитической модели;

4. Первое приближение двигателя постоянного тока, а именно, активно-индуктивный характер нагрузки с противо-ЭДС, не в полной мере отражает механические свойства движителя;

5. При проведении моделирования не учтены временные задержки, возникающие в контурах обратных связей.

Соискатель Чех В.А. ответил задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. С замечанием полностью согласен;

2. С замечанием полностью согласен. Вольная трактовка теоретических понятий возникла по причине устоявшегося толкования в ходе практического создания данных систем;

3. С замечанием полностью согласен. В работе не отражено дальнейшее применение аналитической модели для создания алгоритма корректировки регулятора напряжения непосредственно с применением вычислительной мощности контроллера верхнего уровня системы электроснабжения телеуправляемого необитаемого подводного комплекса;

4. С замечанием полностью согласен. На данном этапе в работе представлено только электрическое влияние параметров движителя. В дальнейшей работе все рекомендации будут полностью учтены;

5. С замечанием полностью согласен. В работе не отражено влияние временных задержек, связанных с работой датчиков выходных напряжений и токов. В дальнейших исследованиях будет произведено уточнение математических моделей с

целью снижений отклонений параметров как в статических, так и динамических режимах работы.

На заседании 12.09.2022 диссертационный совет принял решение за содержание нового решения задачи, имеющей существенное значение для повышения энергетической эффективности силовых установок телеуправляемых необитаемых подводных комплексов с передачей энергии по кабель-тросу на постоянном токе, присудить Чех В.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета



Востриков Анатолий Сергеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дыбко Максим Александрович

12 сентября 2022 г.