

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.07, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. Г. ШУХОВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **26.03.2024** года протокол №3

О присуждении Перевузнник Виктории Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «**Методы параметрического синтеза и проектирования гибридной робототехнической системы для реабилитации нижних конечностей**» по специальности 2.5.4 – «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» принята к защите 29 декабря 2023 года, протокол заседания № 2, диссертационным советом 24.2.276.07 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ № 1502/нк от 12.07.2023 г.

Соискатель Перевузнник Виктория Сергеевна, 12 мая 1988 года рождения, в 2010 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» с присвоением квалификации «инженер» по специальности 28.01.02 «Безопасность технологических процессов и производств».

В 2022 году окончила аспирантуру на кафедре технологии машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» по направлению 15.06.01 «Машиностроение», направленность «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Работает младшим научным сотрудником научно-исследовательского института робототехники и систем управления Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова

Диссертация выполнена на кафедре «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Рыбак Лариса Александровна работает в должности профессора кафедры «Технология машиностроения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова».

Официальные оппоненты:

Мисюрин Сергей Юрьевич – доктор физико-математических наук, работает главным научным сотрудником лаборатории «Механики и систем управления приводах» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук.

Афонин Андрей Николаевич – доктор технических наук, доцент, работает профессором кафедры информационных и робототехнических систем Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Андроидная техника» в своем положительном отзыве, подписанном Пожидаевым Юрием Александровичем, кандидатом технических наук (специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы (Металлургия) технические науки), ведущим инженером-конструктором НПО «Андроидная техника» и утвержденном исполнительным директором, кандидатом технических наук, Евгением Александровичем Дудоровым, указала, что диссертация соответствует пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (с изменениями и дополнениями), и паспорту специальности 2.5.4, а именно областям исследований: пункту 1 «Развитие теоретических основ и методов анализа, структурного и параметрического синтеза и автоматизированного проектирования роботов и робототехнических систем», пункту 4 «Математическое и полунатурное моделирование мехатронных и

робототехнических систем, включая взаимодействие со средой, анализ их характеристик, оптимизация и синтез по результатам моделирования» и пункту 11 «Методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов, ячеек и линий. Исследование, повышение эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем», а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.4 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, опубликовано 3 работы, в журнале, индексируемом Scopus квартиля Q4 – 8 работ, опубликован 1 патент РФ на изобретение, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем работ – 9, 55 печ. л., личный вклад – 4,36 печ. л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 8,73 печ. л., личный вклад 4,28 печ. л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ:

1. Рыбак Л.А., Малышев Д.И., Гапоненко Е.В., **Перевузник В.С.**, Волошкин А.А. Оптимизация параметров ПИД-регулятора системы управления динамической платформы подвижности на базе гексапода для тренажерных комплексов / Л.А. Рыбак, Д.И. Малышев, Е.В. Гапоненко, В.С. Перевузник, А.А. Волошкин // Вестник Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ". - 2022. -Т. 11. - № 3. - С. 254-259.

2. Бондаренко И.Р., Волошкин А.А., **Перевузник В.С.**, Ковалев Л.А. Расчет силовых и кинематических параметров передаточного механизма на основе цепи скручивающихся рычагов / И.Р. Бондаренко, А.А. Волошкин, В.С. Перевузник, Л.А. Ковалев // Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don). - 2022. - Т. 22. - № 2. - С. 91-98.

3. Вирабян Л.Г., Халапян С.Ю., **Кузьмина В.С.** Оптимизация траектории позиционирования выходного звена планарного параллельного робота / Л.Г. Вирабян, С.Ю. Халапян, В.С. Кузьмина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2018. - № 9. - С. 106-113.

В журнале, входящем в международную базу данных Scopus:

6. Pisarenko A., Malyshev D., Rybak L., **Perevuznik V.** Application of Recursive Algorithms for Optimization and Approximation of Workspace of Parallel Robots / A. Pisarenko, D. Malyshev, L. Rybak, V. Perevuznik // Communications in Computer and Information Science. – 2023. – V. 1913. – P. 256-267.
7. Thomas M.J., Mohan S., **Perevuznik V.**, Rybak L. Simulation-Based Comparative Study and Selection of Real-Time Controller for 3-PRRR Cartesian Parallel Manipulator / M.J. Thomas, S. Mohan, V. Perevuznik, L. Rybak // Mechanisms and Machine Science. – 2023. – V. 124 MMS. – P. 138–151
8. Voloshkin A., Gaponenko E., Rybak L., **Perevuznik V.** Comparison of Methods of Finite Element Analysis in the Design of Mobile Robot Modules / A. Voloshkin, E. Gaponenko, L. Rybak, V. Perevuznik // Mechanisms and Machine Science. – 2023. – V. 124 MMS. – P. 254–263
9. Rybak L.A., Khurtasenko A.V., **Perevuznik V.S.**, Chuev K.V., Malyshev D.I. Optimization of the Design Parameters of a 6-DOF Mobility Platform / L.A. Rybak, A.V. Khurtasenko, V.S. Perevuznik, K.V. Chuev, D.I. Malyshev // Mechanisms and Machine Science. – 2023. – V. 134 MMS. – P. 115–124
10. Duyun T., Duyun I., Rybak L., **Perevuznik V.** Simulation of the structural and force parameters of a robotic platform using co-simulation / T. Duyun, I. Duyun, L. Rybak, V. Perevuznik // Procedia Computer Science. – 2022. – V. 213. – P. 720–727
11. **Perevuznik V.S.**, Cherednikov I.I., Malyshev D.I. Simulating cable tension in robotic systems for various conditions of upper and lower extremity rehabilitation / V.S. Perevuznik, I.I. Cherednikov, D.I. Malyshev // Journal of Physics: Conference Series. – 2022. – V. 2176. – No.1: 012031
12. Gaponenko E.V., Malyshev D.I., **Kuzmina V.S.**, Rybak L.A. Geometric Parameters Optimization of Cable-Driven Parallel Robot with a Movable Gripper / E.V. Gaponenko, D.I. Malyshev, V.S. Kuzmina, L.A. Rybak // Studies in Systems, Decision and Control. – 2021. – V. 342. – P. 61–71
13. **Kuzmina V.S.**, Malyshev D.I., Gaponenko E.V., Khalapyan S.Y., Rybak L.A. Investigation of possible paths to implement the planar 3RPR robot movement along a predetermined trajectory / V.S. Kuzmina, D.I. Malyshev, E.V. Gaponenko, S.Y. Khalapyan, L.A. Rybak // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1661. – No. 1: 012117
14. Gaponenko E.V., Anciferov S.I., Kholoshevskaya L.R., **Kuzmina V.S.** Method of designing robotic complexes with relative manipulation modules / E.V. Gaponenko, S.I. Anciferov, L.R. Kholoshevskaya, V.S. Kuzmina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – V. 945. – No. 1: 012077

15. Gaponenko E.V., Anciferov S.I., **Kuzmina V.S.** Cable robot design method using the NX CAD/CAM/CAE system / E.V. Gaponenko, S.I. Anciferov, V.S. Kuzmina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – V. 905. – No. 1: 012027

16. Khalapyan S.Y., Rybak L.A., **Kuzmina, V.S.**, Ignatov A.D., Popov M.V. The study of the accuracy of the robot movement along a given path considering the workspace boundaries, velocity and inertial properties of the drive / S.Y. Khalapyan, L.A. Rybak, V.S. Kuzmina, A.D. Ignatov, M.V. Popov // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1582. – No. 1: 012074

17. Anciferov S.I., Gaponenko E.V., **Kuzmina V.S.** Robotic system development using CAD/CAM/CAE of NX / S.I. Anciferov, E.V. Gaponenko, V.S. Kuzmina // Journal of Physics: Conference Series. - 2019. - P. 082001.

18. Pashchenko V.N., Meleshchenko D.I., Rashoyan G.V., Malyshev D.I., **Kuzmina V.S.** Decision of the direct position problem of the joint relative manipulation mechanism with five degrees of freedom / V.N. Pashchenko, D.I. Meleshchenko, G.V. Rashoyan, D.I. Malyshev, V.S. Kuzmina // International Journal of Applied Mechanics and Engineering. - 2018. - V. 23. – No. 4. – P. 1025-1033.

19. Rybak L., Gaponenko E., **Kuzmina V.** Synthesis of optimal discrete controller for robotic vibroprotective system control / L. Rybak, E. Gaponenko, V. Kuzmina // CEUR Workshop Proceedings. - 2017. – P. 489-496.

На диссертацию и автореферат **поступили положительные отзывы**, в которых отмечается научная новизна и практическая ценность работы. Отзывы были получены от:

И. Дубровина Григория Менделевича, доктора медицинских наук (14.00.22 – Травматология и ортопедия), заведующего кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет», с замечаниями:

1. Из-за отсутствия обзора недостатков существующих робототехнических систем для реабилитации, сложно оценить качество постановки натурного эксперимента.

2. На рисунке 23, где представлен общий вид экспериментального образца не обозначены компоненты, что усложняет понимание работы робототехнической системы.

П. Киселева Олега Михайловича, доктора физико-математических наук (01.01.02 – Дифференциальные уравнения и математическая физика), профессора Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет Иннополис», с замечаниями:

1. В ходе диссертационной работы была проведена оптимизация геометрических параметров с учетом внутренних коллизий и рабочего пространства робота, однако не были рассмотрены вопросы сило-моментных характеристик для более гибкого управления в процессе реабилитации. Таким

образом, можно сделать вывод, что текущая система предназначена в основном для пассивной реабилитации.

2. Среди преимуществ предложенного комплекса была отмечена его компактность. Однако не представлено сравнение габаритных размеров с существующими решениями в данной области, что представляет интерес для дальнейших исследований.

3. На основе представленных иллюстраций можно заметить, что сидение может ограничивать движение тазобедренного сустава. В частности, движение разгибания и переразгибания тазобедренного сустава вдоль фронтальной оси может быть ограничено. Это наблюдение подчеркивает необходимость дальнейших исследований и разработки методов, позволяющих оптимизировать движение в процессе реабилитации.

4. В нумерованных формулах в конце страницы 15 некорректно расставлены скобки: очевидно, что разность максимальных и минимальных значений углов должны использоваться в качестве коэффициентов при тригонометрических формулах. Не объясняется также физический смысл параметра t : очевидно, что этот параметр не может быть временем, поскольку имеет размерность угловой координаты. По всей видимости, автор предполагает, что параметр t является некоторой линейной функцией времени, но тогда возникает вопрос о целесообразности и допустимости с точки зрения физиологии задания программных движений в виде гармонических законов.

III. Ларюшкина Павла Андреевича, кандидата технических наук (05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы), доцента кафедры РКЗ «Основы конструирования машин» МГТУ им. Н.Э. Баумана», с замечаниями:

1. Непонятно из каких соображений выбраны значения штрафных коэффициентов, представленные на стр. 18;

2. Из автореферата не понятен принцип предохранения пациента от травмы, т.е. принцип работы подвесного предохранительного устройства (стр. 24), хотя данное устройство играет принципиальную роль в обеспечении безопасности пациента.

IV. Подураева Юрия Викторовича, доктора технических наук (05.02.05 – Роботы, мехатроника и робототехнические системы), директора НИИ «Технобиомед» ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, с замечаниями:

1. Не описан метод измерения углов в суставах пациента при проведении экспериментальных исследований, в связи с чем не понятно, откуда получены данные на рисунке 27.

2. На страницах 19 и 23 подрисовочные надписи смещены на следующую страницу.

V. Пшихопова Вячеслава Хасановича, доктора технических наук (05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации), профессора кафедры электротехники и мехатроники, директора НИИ робототехники и процессов управления ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», с замечаниями:

1. Из автореферата не ясно, исходя из каких условий выбран закон имитации походки (с. 15), определяющий процедуру оптимизации, представленную блок-схемой на рис. 7

VI. Хомченко Василия Герасимовича, доктора технических наук (05.02.18 – Теория механизмов и машин), профессора кафедры «Автоматизация и роботехника» ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», с замечаниями:

1. Нельзя считать удачным (сейчас часто используемый) термин «гибридный» в контексте проведенных исследований, так как под этим термином понимается что-то совмещающее в себе признаки различных предметов и явлений. В диссертации же рассмотрены два отдельно работающих механизма, объединенных разве что корпусом устройства. В теории оптимизации под гибридными методами понимается, например, последовательно применение стохастических и детерминированных методов. В частности, используемый автором генетический алгоритм PSO является гибридным.

2. В блок-схеме алгоритма (рис. 7) непонятно почему штраф добавляется к критериальной функции после проверки выполнения/невыполнения некоторого условия (в автореферате оно не раскрыто). Обычно критериальная и штрафная функции объединяются в целевую функцию (фитнес-функцию и т.д.) и происходит её минимизация.

3. В пояснение параметров формулы (19) указано, что индекс конечности i меняется от 1 до 2. Но это дискретный параметр, и он может принимать значения, равные 1 или 2.

VII. Рашояна Гагика Володяевича, доктора технических наук (05.02.18 – Теория механизмов и машин), старшего научного сотрудника ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, с замечаниями:

1. На странице 11 автореферата указано, что пассивный ортез выполнен на базе плоского RRRR механизма, а также, что в шарнире E обеспечивается два движения тазобедренного сустава. Однако, на рисунке 4 для тазобедренного сустава показан только один вращательный шарнир.

2. В автореферате имеются редакционные опечатки, в частности, нарушена нумерация рисунков на странице 23.

VIII. Халапьяна Сергея Юрьевича, кандидата технических наук (05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах), доцента кафедры «Автоматизированные и информационные системы управления им. Ю.И. Еременко» ФГАОУ ВО «Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) Национального исследовательского технологического университета «МИСИС», с замечаниями:

1. Из текста автореферата неясно, почему для имитации походки используется косинусоидальный закон изменения угла β_i сгибания коленного сустава, формула которого приведена на стр. 15, в то время как при нормальной

походке коленный сустав опорной ноги продолжительное время пребывает в неизменном разогнутом состоянии.

2. Приведенное на стр. 16 определение функции Хэвисайда не является традиционным, возможно, допущена опечатка.

3. В алгоритме на рис. 7 имеется значительное количество ссылок на формулы, которые, судя по формату их номеров, содержатся в тексте диссертации. Без этих формул понимание алгоритма существенно затрудняется.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в соответствующей отрасли науки и имеющих публикации в соответствующей сфере исследования, а также их согласием.

Выбор ведущей организации обосновывается известностью своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод параметрического синтеза гибридной робототехнической системы модульной структуры с учётом сформированных уровней параметрических ограничений в зависимости от эргономичности и технологичности конструкции на основе критерия в виде свёртки, включающей два компонента, один из которых основан на минимизации недостижимых точек траектории с учётом особенностей антропометрических данных, а другой - на компактности конструкции;

предложен двухэтапный эвристический алгоритм оптимизации геометрических параметров, на первом этапе которого выполняется поиск области допустимых конфигураций, а на втором - область оптимальных конфигураций, который предусматривает возможность хранения структурированных массивов данных, описывающих геометрию робототехнической системы и особенности уровней параметрических ограничений;

доказана эффективность предложенных методов на основе натурных испытаний разработанного экспериментального образца робототехнической системы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны эффективность и универсальность предложенных методов параметрического синтеза, моделирования, а также высокопроизводительных методов оптимизации геометрических и конструктивных параметров гибридных робототехнических систем для реабилитации нижних конечностей, применительно к проблематике диссертации результативно использованы инструменты автоматизированного проектирования;

изложен алгоритм оптимизации, позволяющей учесть условия компактности конструкции и достижимости всех требуемых для реабилитации положений, а также выполнять формирование и обработку геометрии робототехнической системы в процессе оптимизации с учётом различных уровней параметрических ограничений.

раскрыты закономерности влияния достижимости положений платформы активного манипулятора в соответствии с траекторией движения пассивного ортеза в зависимости от креплений кинематических цепей к платформам, их конфигураций и координат направляющих по критерию компактности конструкции;

изучены причинно-следственные связи показателей технологичности и эргономичности роботизированной системы с компактностью её конструкции.

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

разработаны и внедрены: теоретические положения диссертационной работы и результаты экспериментальных исследований используются в учебном процессе в БГТУ им. В.Г. Шухова при подготовке студентов и магистров по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» - профиль программы «Технология машиностроения» и направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» - профиль программы «Робототехника и искусственный интеллект». Полученные в диссертационной работе результаты используются в проектно-конструкторской и производственной деятельности ООО «Протезное предприятие» (г. Курск);

определены перспективы дальнейшего совершенствования экспериментального образца гибридного робототехнической системы для реабилитации нижних конечностей

создан полномасштабный экспериментальный образец двухмодульной гибридной робототехнической системы для реабилитации нижних конечностей;

представлены рекомендации и перспективы практического использования результатов исследования. Результаты диссертационной работы имеют потенциал применения в практике отечественных медицинских реабилитационных центров, стационарах, лечебных клиник, медицинских исследовательских организаций. Практическое внедрение результатов расширит возможности персонализированной медицины, в том числе при проведении реабилитационных восстановительных процедур пациентов с нарушениями функций нижних конечностей

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ теоретические исследования подтверждены численными расчетами, а также экспериментальными данными, полученными в процессе исследования разработанного автором образца гибридной робототехнической системы, состоящего в отработке траектории реабилитации и оценке срабатывания предохранительного устройства при приложении нагрузки;

теория подтверждена сходимостью результатов экспериментальных и теоретических исследований, не противоречит известным положениям фундаментальных и прикладных наук и исследованиям в данной предметной области, согласуется с экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта и использовании современных методов и подходов механики машин и роботов, математического и имитационного моделирования, оптимизации, проектирования с учетом важных аспектов клинической и реабилитационной медицины;

использованы авторские экспериментальные данные для подтверждения теоретических результатов, а также современные методики сбора и обработки исходной информации, в том числе результатов, полученных другими исследователями, в качестве основы для развития рассматриваемой области знаний;

установлено количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы общепринятые для технических наук теоретические (идеализация, формализация), экспериментальные (наблюдение, эксперимент, сравнение) и специальные (математическое и имитационное моделирование) методы исследований;

Личный вклад соискателя состоит: в формулировке цели и постановке задач исследования; разработке кинематической схемы двухмодульной гибридной робототехнической системы на базе активного механизма

параллельной структуры для перемещения стопы пациента и пассивного ортеза для поддержки конечности; математической модели, описывающей зависимость положений звеньев активных и пассивных механизмов двух модулей от углов в шарнирах пассивного ортеза с учётом вариантов креплений кинематических цепей активных манипуляторов к подвижной платформе и их конфигураций; метода параметрического синтеза робототехнической системы, учитывающего сформированные уровни параметрических ограничений в зависимости от эргономичности и технологичности конструкции; алгоритма оптимизации геометрических параметров, реализующего двухэтапный эвристический поиск оптимальных конфигураций с возможностью хранения структурированных массивов данных; метода автоматизированного проектирования двухмодульной гибридной робототехнической системы с использованием CAD/CAE-систем, включающий создание точной электронно-цифровой и имитационной динамической моделей с учетом антропометрических данных и требуемых для реабилитации траекторий.

В ходе защиты диссертации принципиальных критических замечаний высказано не было.

Соискатель Перевузник В.С. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Диссертация Перевузник В.С. соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (с изменениями и дополнениями) и паспорту специальности 2.5.4 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы», а именно областям исследований: пункту 1 «Развитие теоретических основ и методов анализа, структурного и параметрического синтеза и автоматизированного проектирования роботов и робототехнических систем», пункту 4 «Математическое и полунатурное моделирование мехатронных и робототехнических систем, включая взаимодействие со средой, анализ их характеристик, оптимизация и синтез по результатам моделирования» и пункту 11 «Методы и средства автоматизированного проектирования, анализа и оптимизации роботизированных систем, комплексов, ячеек и линий. Исследование, повышение эффективности и безопасности эксплуатации автоматизированных технологических процессов, создаваемых на базе робототехнических и мехатронных систем.

На заседании 26 марта 2024 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические решения и разработки в

отечественной реабилитационной медицине присудить Перевузнник В.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **10** человек, из них **9** докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из **11** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» **10**, «против» – **нет**, недействительных бюллетеней **нет**.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ханин Сергей Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Малышев Дмитрий Иванович

26 марта 2024 г.