

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.023.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Государственного научного центра Российской Федерации – Института
медико-биологических проблем Российской академии наук
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

Аттестационное дело № _____
Решение диссертационного совета от 10.04.2025 г. № 11

О присуждении Шпакову Алексею Васильевичу, гражданину РФ, учёной степени доктора биологических наук.

Диссертация «Механизмы адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека при различных уровнях гравитационной разгрузки» по специальности 3.3.7. – Авиационная, космическая и морская медицина, принята к защите 26.12.2024 г., протокол № 53 диссертационным советом 24.1.023.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН), Минобрнауки России, 123007, г. Москва, Хорошевское шоссе д. 76а, приказ №937-592 от 16.05.2008 года, приказ о частичном изменении состава №1577/нк от 16.12.2016 г., приказ о частичном изменении состава №993/нк от 15.10.2024 г.

Соискатель – Шпаков Алексей Васильевич, 16.12.1983 года рождения, в 2006 году закончил педагогический факультет Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта» по специальности «Физическая культура и спорт».

В 2012 году Шпаков А.В. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата биологических наук по теме «Механизмы влияний микрогравитации на биомеханические и кинематические характеристики локомоций» в диссертационном совете, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН).

Работает в должности ведущего научного сотрудника-заведующего лабораторией физиологических эффектов гипокинетических воздействий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории физиологических эффектов гипокинетических воздействий ГНЦ РФ-ИМБП РАН.

Научный консультант: доктор биологических наук, Воронов Андрей Владимирович, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем спортивной подготовки Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК) Министерства спорта Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Городничев Руслан Михайлович, доктор биологических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института проблем спорта и оздоровительной физической культуры, заведующий кафедрой физиологии и спортивной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Великолукская государственная академия физической культуры и спорта».
2. Герасименко Юрий Петрович, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией физиологии движения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук.
3. Мельников Андрей Александрович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК».

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» – дала положительное заключение, составленное кандидатом биологических наук, доцентом Балтиной Татьяной Валерьевной, доцентом кафедры физиологии человека и животных Института фундаментальной медицины и биологии и утверждённое Первым проректором-проректором по научной деятельности ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доктором физико-математических наук, профессором Таюрским Дмитрием Альбертовичем. В заключении ведущей организации указано, что диссертационная работа Шпакова Алексея Васильевича на тему «Механизмы адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека при различных уровнях гравитационной разгрузки», представленная к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты комплексного изучения механизмов, адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека в условиях гравитационной разгрузки, полученные диссертантом, имеют существенное значение для авиационной, космической и морской медицины и могут

рассматриваться как перспективная стратегия для профилактики и лечения мышечной атрофии в условиях ограниченной активности. Положения, выносимые на защиту и выводы достаточно обоснованы. В заключении отзыва ведущей организации указано, что диссертационная работа Шпакова Алексея Васильевича «Механизмы адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека при различных уровнях гравитационной разгрузки» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук (пп. № 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор, Шпаков Алексей Васильевич, заслуживает присвоения ему ученой степени доктора биологических наук по специальности шифр – 3.3.7. «Авиационная, космическая и морская медицина».

Автореферат диссертации и опубликованные работы полностью отражают содержание работы. По теме диссертации опубликовано 60 печатных работ, в том числе: 24 статьи в журналах из перечня ВАК РФ, а также включенных в базы данных Scopus и Web of Science и 36 тезисов докладов.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Шпаков А.В.**, Артамонов А.А., Воронов А.В., Мельник К.А. Влияние иммерсионной гипокинезии на кинематические и электромиографические характеристики локомоций человека // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2008. – Т. 42, № 5. – С. 24-29.
2. **Шпаков А.В.**, Воронов А.В., Фомина Е.В., Лысова Н.Ю., Чернова М.В., Козловская И.Б. Сравнительный анализ эффективности различных режимов локомоторных тренировок в длительных космических полетах по данным биомеханических и электромиографических характеристик ходьбы // Физиология человека. – 2013. – Т. 39, № 2. – С. 60-69.
3. Баранов М.В., Катунцев В.П., **Шпаков А.В.**, Баранов В.М. Метод наземного моделирования физиологических эффектов пребывания человека в условиях гипогравитации // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2015. – Т. 160, № 9. – С. 392-396.
4. **Шпаков А.В.**, Воронов А.В. Изучение влияния моделированной невесомости и лунной гравитации на биомеханические параметры ходьбы человека // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2016. – Т. 102, № 10. – С. 1253-1264.
5. **Шпаков А.В.**, Воронов А.В. Особенности организации ходьбы человека в условиях различной по величине гравитационной нагрузки на опорно-двигательный аппарат // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2017. – Т. 51, № 7. – С. 38-47.
6. Артамонов А.А., Орлов Д.О., Пучкова А.А., **Шпаков А.В.**, Воронов А.В. Вертикальное вывешивание как элемент виртуальной реальности при

- выполнении локомоций человека // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2020. – Т. 54, № 2. – С. 60-64.
7. **Shpakov A.V.**, Artamonov A.A., Voronov A.V., Plotnikov E.V., Puchkova A.A., Orlov D.O. Human locomotion strategies under changed bodyweight support // Aerospace medicine and human performance. – 2021. – V. 92: (1). – P. 4-10.
 8. **Шпаков А.В.**, Воронов А.В., Артамонов А.А., Орлов Д.О., Пучкова А.А. Биомеханические характеристики ходьбы и бега при разгрузке опорно-двигательного аппарата человека методом вертикального вывешивания // Физиология человека. – 2021. – Т. 47, № 4. С. – 68-79.
 9. Saveko A., Brykov V., Kitov V., **Shpakov A.**, Tomilovskaya E. Adaptation in gait to lunar and martian gravity unloading during long-term isolation in the ground-based space station model // Frontiers in human neuroscience. – 2022. – V. 15: 742664.
 10. **Шпаков А.В.**, Воронов А.В., Пучкова А.А., Примаченко Г.К. Биомеханические характеристики циклических локомоций человека в исследованиях с различными наземными моделями анти- и ортостатической гипокинезии // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2024. – Т. 58, № 2. – С. 28-40.
 11. **Шпаков А.В.**, Примаченко Г.К., Воронов А.В., Соколов Н.Н., Воронова А.А., Пучкова А.А. Влияние 21-суточной антиортостатической гипокинезии на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата человека // Физиология человека. – 2024. – Т. 50, № 1. – С. 73-82.

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

На автореферат поступило 10 положительных отзывов:

1. Кандидата медицинских наук, заместителя начальника медицинского управления (по медицинским испытаниям и исследованиям) – начальника отдела – врача анестезиолога-реаниматолога Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина» Киреева Кирилла Сергеевича. Отзыв положительный, замечаний нет.
2. Доктора медицинских наук, доктора психологических наук, профессора, заслуженного деятелем науки РФ, заведующего кафедрой авиационной и космической медицины Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации Благинина Андрея Александровича. Отзыв положительный, замечаний нет.
3. Доктора медицинских наук, профессора, заведующей кафедрой патологической физиологии и иммунологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная медицинская академия»

- Министерства здравоохранения Российской Федерации Брындиной Ирины Георгиевны. Отзыв положительный, замечаний нет.
4. Доктора биологических наук, профессора, и.о. заведующего лабораторией физико-химической и экологической патофизиологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии» Карганова Михаила Юрьевича. Отзыв положительный, замечаний нет.
 5. Доктора педагогических наук, профессора, проректор по научно-исследовательской работе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московская государственная академия физической культуры» Квашука Павла Валентиновича. Отзыв положительный, замечаний нет.
 6. Кандидата медицинских наук, заведующего отделом подготовки кадров высшей квалификации Института медицинского образования и профессионального развития, научного сотрудника Института нейрореабилитации и восстановительных технологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научный центр неврологии» Слотиной Анастасии Евгеньевны. Отзыв положительный, замечаний нет.
 7. Доктора медицинских наук, профессора, заведующего кафедрой физиологии человека и животных, патофизиологии, заведующего лабораторией новых методов физиологических исследований НОЦ высоких биомедицинских технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петрозаводского государственного университета» Мейгала Александра Юрьевича. Отзыв положительный, замечаний нет.
 8. Доктора медицинских наук, ведущего научного сотрудника научной лаборатории Клиники нейроортопедии и системных заболеваний Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации Долгановой Тамары Игоревны. Отзыв положительный, замечаний нет.
 9. Доктора биологических наук, профессора, заслуженного работника высшей школы РФ, профессора кафедры теории методики водных видов спорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградская государственная академия физической культуры» Солопова Игоря Петровича. Отзыв положительный, замечаний нет.
 10. Кандидата биологических наук, ведущего научного сотрудника Лаборатории нейростимуляционных технологий Научно-исследовательского центра медицинской реабилитации Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства России Шапковой Елены Юрьевны. Отзыв положительный, замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации. Городничев Руслан Михайлович является крупным специалистом в области физиологии движений, оценки состояния мышечного аппарата человека. Применяемые в работе Городничев Р.М. методы оценки произвольных движений человека в различных условиях близки к таковым, использованным в диссертационном исследовании соискателя. Герасименко Юрий Петрович – крупный специалист в области изучения нейрофизиологических механизмов регуляции локомоторных функций человека и животных, адаптивных механизмов спинного мозга в реабилитации двигательных функций, управлении локомоцией при фармакологической, электрической и электромагнитной стимуляции спинного мозга. Мельников Андрей Александрович специалист в области физиологии двигательной активности. В сфере его научных интересов находятся изучение функций мышечного аппарата, функции равновесия (регуляция вертикальной позы) у спортсменов частности, адаптация физиологических систем к регулярным физическим нагрузкам.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» обосновывается необходимостью привлечения ведущих специалистов в области изучения физиологии скелетных мышц, произвольных движений человека и животных, в том числе, в условиях гравитационной разгрузки различной продолжительности. Сотрудники этого университета имеют многочисленные публикации в авторитетных международных журналах, в которых используются схожие с применяемыми соискателем методы анализа оценки состояния опорно-двигательного аппарата и мышечной системы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований, впервые выполнена комплексная оценка состояния опорно-двигательного аппарата человека при различных условиях, включающих наземные модельные эксперименты (антиортостатическая гипокинезия, «сухая» иммерсия, вертикальное вывешивание, ортостатическая гипокинезия), а также эксперименты до и после длительных космических полетов. В работе использован широкий набор тестовых протоколов, включающих циклические локомоции в различных условиях их реализации (ходьба по горизонтальной и наклонной поверхности, бег, педалирование на велоэргометре), а также скоростно-силовое тестирование.

Впервые выполнена количественная оценка динамики восстановления биомеханических характеристик ходьбы человека в послеполетном периоде в зависимости от объема и интенсивности физических тренировок, выполняемых космонавтами в длительных космических полетах.

Для моделирования физиологических эффектов лунной гравитации впервые использована авторская модель гипогравитации – ортостатическая

гипокинезия с углом наклона тела относительно горизонта $+9,6$ градуса, принцип которой основан на изменении вектора действия гравитации путем изменения угла наклона тела человека до $+9,6$ градуса и снижения опорной реакции до величины $1/6G$, что соответствует уровню лунной гравитации.

Впервые выполнена оценка состояния опорно-двигательного аппарата в условиях ортостатической гипокинезии (как модели физиологических эффектов лунной гравитации), а также последовательного воздействия анти-и ортостатическая гипокинезия (как наземной физиологической модели пилотируемого полета к Луне и пребывания на лунной поверхности).

В исследованиях с моделированием физиологических эффектов микро-и гипогравитации для оценки функционального состояния опорно-двигательного аппарата нижних конечностей впервые применительно к задачам космической медицины использовано нагрузочное тестирование на велоэргометре.

Установлено, что снижение максимальной произвольной силы в модельных исследованиях (21-суточная АНОГ, 5-суточная «сухая» иммерсия) не зависит от времени достижения максимального момента силы. Скоростно-силовые проявления мышц-разгибателей коленного сустава снижаются вследствие изменения активности медленных двигательных единиц, что подтверждают результаты спектрального анализа электромиографической активности мышц-разгибателей коленного сустава.

С целью проверки гипотезы о том, что реализация ходьбы в условиях вертикального вывешивания является элементом виртуальной реальности, имитирующей ходьбу в условиях пониженной гравитации, выполнено сопоставление кинематических характеристик в суставах нижних конечностей при ходьбе, рассчитанных для разных гравитационных условий ($1G$ – Земля, $0,38G$ – Марс, $0,17G$ – Луна). Моделирование локомоций человека при вертикальном вывешивании воспроизводит изменения биомеханических характеристик локомоций, которые могут быть сопоставимы с таковыми характеристиками локомоций при различных уровнях действия гравитации. Кроме того установлено, что ходьба при разгрузке опорно-двигательного аппарата до 38% и 17% веса тела реализуется по двум двигательным стратегиям. Первая характеризуется увеличением вариативности кинематических характеристик голеностопного сустава, которое компенсируется уменьшением кинематических характеристик тазобедренного и коленного суставов. Для второй локомоторной стратегии характерно уменьшение площадей фазовых траекторий в суставах за счет уменьшения амплитуды и снижения угловых скоростей.

Для решения поставленных в диссертации задач разработана и предложена методология комплексного исследования биомеханических характеристик движений человека как системного подхода, объединяющего различные методы исследований с целью получения новых знаний об изменениях опорно-двигательного аппарата в пред- и послеполетном периоде, а также в наземных экспериментах, моделирующих эффекты микро-

и гипогравитации. Результаты работы, характеризующие состояние опорно-двигательного аппарата в различных условиях гравитационной разгрузки, могут использоваться в качестве теоретической основы при разработке новых и совершенствовании действующих средств и методов профилактики неблагоприятных эффектов микро- и гипогравитации на организм человека. Разработанная и успешно апробированная оригинальная модель ортостатической гипокинезии может быть внедрена в практику наземных исследований для дальнейшего изучения влияния на физиологические системы организма человека пониженных уровней гравитации, соответствующих уровню гравитации Луны и Марса.

В работе использован комплексный подход, включающий набор современных высокотехнологичных методов исследования, которые в полной мере соответствуют поставленным задачам. Применение видеоанализа движений, анализа электромиографической активности мышц, опорных реакций и пространственно-временных характеристик локомоций, объединенных в комплексное исследование, позволило получить многопараметрическую картину изменений функционального состояния и адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека, обусловленных гравитационной разгрузкой. В качестве физиологических моделей использованы как общепризнанные антиортостатическая гипокинезия и «сухая» иммерсия, так и относительно новая модель ортостатической гипокинезии, последовательное воздействие анти- и ортостатической гипокинезии, а также моделирование локомоций в условиях вертикального вывешивания. Обработка полученных результатов выполнена с использованием современных статистических методов. Сформулированные автором положения, выносимые на защиту, подтверждаются выводами, основанными на полученных результатах и логично вытекающими из изложенного материала. Выводы полностью соответствуют поставленным в работе задачам.

Диссертационный совет отмечает, что результаты диссертационной работы Шпакова А.В., могут иметь прикладное значение для космической медицины. Предложенная соискателем комплексная методика оценки функционального состояния опорно-двигательного аппарата человека в полной мере может быть использована в процессе проектирования и тестирования скафандров для внекорабельной деятельности космонавтов, предназначенных для выполнения работ на лунной поверхности. Использование при разработке скафандров данных об изменении биомеханических характеристик локомоций при уровне гравитационной разгрузки, соответствующей условиям гравитации на поверхности Луны, должно обеспечить необходимый объем движений в суставах нижних конечностей, оптимальный для поддержания устойчивого вертикального положения и ходьбы по пересеченной поверхности Луны облаченного в скафандр космонавта. Кроме того, данная комплексная методика позволит

оценивать энергетические траты при выполнении передвижения в скафандре в условиях моделирования лунной гравитации.

Личный вклад автора заключается в том, что все разделы диссертации выполнены при личном участии и непосредственном руководстве автора работы: определено направление исследования, сформулированы цель и задачи исследования. Планирование и организация экспериментальных исследований выполнены под руководством автора диссертации. Полученные в ходе выполнения исследований как с участием космонавтов, так и с участием добровольцев-испытуемых данные обработаны, обобщены и интерпретированы лично диссертантом. При проведении экспериментальных исследований с использованием модели ортостатической гипокинезии с участием диссертанта разработан и запатентован новый способ моделирования условий на поверхности планет с пониженным уровнем гравитации. Такие методы исследования как видеоанализ движений, электромиография, велоэргометрия и скоростно-силовое тестирование выполнены непосредственно автором – от сбора первичных данных до обработки полученных результатов. Статистический анализ полученных данных, подготовка текста диссертационной работы, а также формулировка заключения и выводов так же проведены непосредственно автором. Полученные в исследовании результаты и научные положения диссертации представлены автором и обсуждены на всероссийских и международных научных мероприятиях, опубликованы в научных журналах из перечня ВАК РФ и баз данных Scopus/Web of Science.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы, направленные на уточнение механизмов, являющихся ведущими в изменениях локомоций в послеполетном периоде и критериев определения ведущей роли тренировок на беговой дорожке во время длительных космических полетов, об особенностях изменений, происходящих в мышечном аппарате нижних конечностей после гравитационной разгрузки. Заданные вопросы также касались уточнения методических вопросов и практического применения результатов работы, сопоставления результатов, полученных в исследованиях с различным режимом гипокинезии, особенностях использования тестовых процедур в наземных исследованиях. Были заданы вопросы, уточняющие участие женщин в качестве испытуемых в проведенных соискателем экспериментальных исследованиях и сопоставление результатов экспериментатор с участием мужчин и женщин.

Соискатель Шпаков Алексей Васильевич ответил на все задаваемые вопросы, касающиеся ведущих механизмов послеполетных изменений локомоций и определения показателей, характеризующих оценку физических тренировок космонавтов в ходе длительных космических полетов, особенностей изменения мышечного аппарата вследствие гравитационной разгрузки. Соискатель Шпаков А.В. также подробно ответил на вопросы, направленные на уточнение практического применения результатов работы,

сопоставления результатов, полученных в исследованиях с различным режимом гипокинезии, особенностях использования тех или иных протоколов исследований, сопоставлении результатов исследований с участием в качестве испытуемых мужчин и женщин, как на основе собственных результатов, так и по данным мировой литературы по данной проблематике.

На заседании 10.04.2025 г. диссертационный совет 24.1.023.01, принял решение за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как крупное научное достижение в области космической медицины, состоящее в экспериментально-теоретическом раскрытии механизмов адаптационных изменений функционального состояния опорно-двигательного аппарата человека, обусловленных влиянием гравитационной разгрузки присудить Шпакову Алексею Васильевичу учёную степень доктора биологических наук по специальности 3.3.7. – Авиационная, космическая и морская медицина.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек (из них 10 докторов наук по специальности 3.3.7. – Авиационная, космическая и морская медицина), участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 18, против присуждения учёной степени – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор медицинских наук, академик РАН



Орлов Олег Игоревич

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Поддубко Светлана Викторовна

« 14 » апреля 2025 г.