

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и цифровому развитию
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»
доктор физико-математических наук, профессор
Короновский Алексей Александрович



«12» апреля 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

по диссертации Иванова Дмитрия Валерьевича «Биомеханика как основа систем поддержки принятия врачебных решений в хирургии», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.08 «Биомеханика», выполненной на кафедре математической теории упругости и биомеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора № 105.1-Д от 31.08.2021 года.

Соискатель в 2006 году закончил механико-математический факультет государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Механика» с присвоением квалификации «Механик».

В 2010 году соискателем была защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.08 «Биомеханика». В 2019 году Иванову Д.В. было присвоено ученое звание доцента по специальности «Биомеханика».

С 2001 года по настоящее время соискатель работает в Саратовском университете. На кафедре математической теории упругости и биомеханики Дмитрий Валерьевич преподает с 2007 года.

Научный консультант – Коссович Леонид Юрьевич, лауреат государственной премии РФ в области науки и техники, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математической теории упругости и биомеханики Саратовского университета, утвержденный приказом ректора Саратовского университета № 105.1-Д от 31.08.2021 года, представил положительный отзыв о соискателе и его диссертационном исследовании.

Исследования, лежащие в основе диссертационной работы Иванова Д.В., выполнены при поддержке грантов Фонда перспективных исследований (аванпроект «Обоснование исходных данных для разработки программно-аналитической системы обеспечения эффективного хирургического лечения патологий позвоночно-тазового комплекса», шифр «Протез»), проект «Разработка прототипа системы поддержки принятия врачебных решений в реконструктивной хирургии позвоночно-тазового комплекса», шифр «Протез-1»), Российского научного фонда (проект № 17-71-10191), Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-01-31310), а также в рамках инициативных научных тематик и совместных научных исследований с Военно-медицинской академией имени С.М. Кирова, Саратовским государственным медицинским университетом имени В.И. Разумовского, выполненных в рамках

договоров о научно-техническом сотрудничестве между Саратовским университетом и перечисленными выше организациями.

Научную экспертизу диссертация прошла на расширенном заседании кафедры математической теории упругости и биомеханики. На заседании присутствовали:

сотрудники кафедры математической теории упругости и биомеханики

Заведующий кафедрой Коссович Леонид Юрьевич, д.ф.-м.н., профессор

Доцент Папкина Ирина Владиславовна, д.ф.-м.н., доцент

Доцент Кириллова Ирина Васильевна, к.ф.-м.н., доцент

Доцент Анофрикова Наталия Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент

Доцент Бессонов Леонид Валентинович, к.ф.-м.н., доцент

Доцент Голядкина Анастасия Александровна, к.ф.-м.н.

Доцент Доль Александр Викторович, к.ф.-м.н., доцент

Доцент Крылова Екатерина Юрьевна, к.ф.-м.н., доцент

Доцент Парфенова Янина Александровна, к.ф.-м.н., доцент

Ассистент Дмитриев Павел Олегович

Ассистент Донник Анна Михайловна

Ассистент Лысункина Юлия Владимировна

Ассистент Паршина Ирина Феритовна

Ассистент Полиенко Асель Валерьевна

приглашенные специалисты и члены диссертационного совета

Д 212.243.10 по профилю диссертации

Андрейченко Дмитрий Константинович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой математического обеспечения вычислительных комплексов и информационных систем,

Глухова Ольга Евгеньевна, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой радиотехники и электродинамики,

Землянухин Александр Исаевич, д.ф.м.-н., профессор, заведующий кафедрой прикладная математика и системный анализ СГТУ имени Гагарина Ю.А.,

Киреев Сергей Иванович, д.м.н., доцент, декан факультета фундаментальной медицины и медицинских технологий,

Островский Николай Владимирович, д.м.н., профессор, профессор кафедры основ медицины и медицинских технологий,

Скрипаль Анатолий Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской физики,

Тучин Валерий Викторович, д.ф.-м.н., профессор, член-корр. РАН, заведующий кафедрой оптики и биофотоники,

Фалькович Александр Савельевич, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой медицинской кибернетики.

Рецензенты диссертации:

Фалькович Александр Савельевич, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой медицинской кибернетики, предоставил положительный отзыв.

Киреев Сергей Иванович, д.м.н., доцент, декан факультета фундаментальной медицины и медицинских технологий, предоставил положительный отзыв.

По итогам обсуждения *принято решение*. Выполненная Ивановым Д.В. диссертационная работа полностью соответствует требованиям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Личное участие автора в получении научных результатов, представленных в диссертационном исследовании, заключалось в следующем.

Автором самостоятельно проанализированы доступные литературные источники по изучаемым в работе проблемам, сформулированы цель, задачи исследования, разработан и обоснован необходимый для проведения исследования инструментарий. Автором спланированы и проведены натурные эксперименты по определению механических свойств костных тканей, поставлены и осуществлены численные эксперименты, обработаны результаты натурных и численных экспериментов, в том числе:

- осуществлен поиск и подробный статистический анализ данных научной литературы, посвященной численным и натурным экспериментам, клиническим исследованиям аневризм сосудов головного мозга,

- построены плоские и пространственные твердотельные модели артерий с аневризмами, элементов ПТК и бедренных костей, а также модели имплантатов, использованные в биомеханическом моделировании,

- поставлены, выполнены и проанализированы численные эксперименты течения крови по сосудам с аневризмами в плоской и пространственной постановках с жесткими и упругими стенками,

- поставлены, выполнены под руководством и при личном участии автора численные биомеханические эксперименты по моделированию элементов ПТК и опорно-двигательного аппарата, в том числе элементов позвоночника, тазобедренных суставов, бедренных костей при дегенеративно-дистрофических повреждениях и травмах,

- осуществлено биомеханическое моделирование компенсаторных механизмов позвоночника, проведен анализ результатов моделирования,

- оцифрованы по данным научной литературы графики зависимостей основных параметров сагиттального баланса, составлен план и проведен анализ результатов построения оригинальных регрессионных зависимостей параметров сагиттального баланса,

- сформулированы требования к платформе Аккорд для систем поддержки принятия врачебных решений, а также разработана концепция систем поддержки принятия врачебных решений с биомеханической поддержкой в хирургии ПТК, разработаны описания режимов работы платформы Аккорд для систем поддержки принятия врачебных решений,

- разработаны и апробированы геометрические и биомеханические критерии оценки успешности лечения,

- разработана методика механических экспериментов, подготовлены образцы губчатой костной ткани для натуральных экспериментов, спланированы, проведены и обработаны эксперименты с образцами губчатой костной ткани и образцами с известной минеральной плотностью на компьютерном томографе,

- разработаны программы и методики, выполнены и проанализированы демонстрационные эксперименты,

- организованы и проведены работы по представлению результатов биомеханического моделирования врачам для внедрения их в практику предоперационного планирования,

- спланирована и апробирована платформа Аккорд для систем поддержки принятия врачебных решений на базе НИИТОН СГМУ,

- разработана программа экспериментов по оценке эффективности мобильного приложения «СпиноМетр», собраны и проанализированы результаты экспериментов,

- разработаны требования и структура программ для ЭВМ, написана часть их кода, а также разработаны требования к базам данных для ЭВМ.

При личном участии и под руководством автора диссертационного исследования разработаны и апробированы технологические особенности внедрения биомеханического моделирования в предоперационное планирование хирургического реконструктивного лечения заболеваний и повреждений ПТК. Автор самостоятельно сформулировал результаты исследования, принимал непосредственное участие в написании научных статей и подготовке текстов и презентаций докладов на научных конференциях. Вклад автора в совместных публикациях составляет более 70%. Выводы диссертационного исследования сформулированы автором лично.

В статьях [6] автору принадлежит большая часть литературных обзоров по тематике диссертации, работы [1, 16] выполнены лично и без соавторов, в статьях автору принадлежат постановки задач, интерпретация результатов [4, 5, 7, 9, 20], в работах автор [2, 3, 11, 13, 14, 19] выполнил постановки задач, осуществил численное моделирование, анализ и интерпретацию результатов. Автор запланировал и выполнил механические эксперименты на испытательной машине, на компьютерном томографе, подготовил образцы для экспериментов и осуществил интерпретацию результатов экспериментов [10, 12, 21]. Автором проведены статистическая обработка числовых данных и анализ результатов этой обработки с целью определения пороговых значений предикторов разрыва аневризм [8]. Анализ результатов работы нейронной сети, разработка методики расчета и назначения механических свойств позвонкам была проведена

диссертантом в [15]. В [18] автором проведены планирование исследования, апробация работы мобильного приложения. Все тексты статей из представленного ниже списка были подготовлены автором лично, за исключением работы [15].

Степень достоверности результатов исследований, выполненных Ивановым Д.В. подтверждается корректностью математических постановок задач и применения численных методов. Результаты биомеханического моделирования и натурных экспериментов качественно и количественно соответствуют опубликованным результатам других авторов. Достоверность также подтверждается доклинической апробацией результатов, полученных в диссертации, их сравнением с экспериментальными данными и мнением независимых экспертов.

Апробация также подтверждается выступлениями автора диссертации на всероссийских и международных конференциях:

- Международная научная конференция «Теории оболочек и мембран в механике и биологии: от макро- до наноразмерных структур», Минск, Беларусь, 2013
- 6th Summer School on Biomechanics: Trends in Modeling and Simulation, Graz University of Technology, Грац, Австрия, 2014
- Всероссийская научно-практическая конференция "Классика и инновации в травматологии и ортопедии", посвященная 75-летию профессора А.П. Барабаша, Саратов, Россия, 2016
- Всероссийская конференция молодых ученых с международным участием «Практическая биомеханика», Саратов, Россия, 2015, 2016
- Рабочее совещание «Биомеханика-2019», Санкт-Петербург, Россия, 2019
- Всероссийская научная школа-семинар Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине, Саратов, Россия, 2012, 2015, 2018, 2019
- X съезд ассоциации хирургов-вертебрологов (RASS) с участием Всемирной Федерации Нейрохирургических Обществ (WFNS), Европейской

Ассоциации Нейрохирургических Обществ (EANS) и Северо-Американского Спинального Общества (NASS), Москва, Россия, 2019

- Конкурс инновационных решений для здравоохранения в рамках Петербургского международного медико-фармацевтического форума «МедИн 2019», Санкт-Петербург, Россия, 2019

- Всероссийская научно-практическая конференция "Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики", Саратов, Россия, 2018, 2019

- Рабочее совещание в Российском научном центре «Восстановительная травматология и ортопедия» имени ак. Г.А Илизарова, Курган, Россия, 2020

- Advanced Biomedical and Clinical Diagnostic and Surgical Guidance Systems XVIII, Сан-Франциско, США, 2020

- VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием Последствия травм и инфекционные осложнения костей и суставов и конференции молодых ученых, Москва, Россия, 2020

- XX Международная конференция «Современные проблемы механики сплошной среды», Ростов-на-Дону, Россия, 2020

- Всероссийский симпозиум, посвященный обсуждению проблем биомеханики «Биомеханика 2020», Москва, Россия, 2020

- Шестой Всероссийский конгресс с международным участием "Медицинская помощь при травмах", Санкт-Петербург, Россия, 2021

- IX Международная научная конференция "Компьютерные науки и информационные технологии" памяти А.М. Богомолова, Саратов, Россия, 2021

- Всероссийский симпозиум, посвященный обсуждению проблем биомеханики «Биомеханика 2022», Москва, Россия, 2022.

Научная новизна исследования состоит в следующем:

1. Впервые разработана общая теория построения напряженно-деформированного состояния персонифицированного позвоночно-тазового комплекса и его элементов для типовых и специальных нагрузок. Теория основана на принципах автоматизированного построения твердотельных моделей элементов позвоночно-тазового комплекса, расчета индивидуальных

модулей Юнга костной ткани по компьютерной томограмме, применения геометрических и биомеханических количественных критериев оценки успешности вариантов лечения (п. 4 паспорта специальности 01.02.08).

2. Построенная теория применена при разработке нового подхода к предоперационному планированию вариантов хирургического лечения последствий заболеваний и повреждений элементов позвоночно-тазового комплекса, основанному на пациенто-ориентированном биомеханическом моделировании его напряженно-деформированного состояния (п. 1, 6 паспорта специальности 01.02.08).

3. Впервые разработаны, апробированы и внедрены в научно-методическую и медицинскую деятельность организаций здравоохранения программные компоненты первой в мире системы предоперационного планирования с биомеханической поддержкой решения врача, реализующие этап биомеханического моделирования (постановку, решение и анализ результатов решения задачи биомеханики) с целью количественной оценки повреждений и выбора оптимального варианта лечения пациентов с последствиями заболеваний и повреждений позвоночно-тазового комплекса (п. 6 паспорта специальности 01.02.08). Установлены новые регрессионные зависимости для неинвазивного расчета модуля Юнга губчатой костной ткани на основе результатов ее сканирования в компьютерном томографе, учитывающие заболевание пациента в соответствии с МКБ-10, способ сканирования в компьютерном томографе, а также математический аппарат для обработки результатов сканирования компьютерного томографа. Также впервые выявлены регрессионные зависимости, позволяющие использовать результаты сканирования образцов костной ткани на столе компьютерного томографа для определения их модуля Юнга. Разработана методика проведения комплексного натурного эксперимента, включающего этапы сканирования на компьютерном томографе и механических испытаний на одноосной машине (п. 1 паспорта специальности 01.02.08).

4. Впервые установлены обобщающие регрессионные зависимости, связывающие между собой основные геометрические параметры сагиттального баланса позвоночника, и позволяющие на этапе предоперационного

планирования прогнозировать теоретические их значения для конкретного пациента. Также впервые определена чёткая зависимость угла наклона крестца от поясничного лордоза и тазового индекса, что позволило аналитически зафиксировать эту зависимость в виде оригинальной формулы, предопределяющей угол наклона крестца в зависимости от поясничного лордоза и тазового индекса.

5. Расчет напряженно-деформированного состояния позвоночника позволил установить связь между изменением значений параметров сагиттального баланса позвоночника и напряженно-деформированным состоянием его элементов, а также подтвердить необходимость формирования оптимального сагиттального профиля при предоперационном планировании (п. 4 паспорта специальности 01.02.08).

6. Разработаны и апробированы при биомеханическом моделировании вариантов лечения последствий заболеваний и повреждений позвоночно-тазового комплекса геометрические и биомеханические количественные критерии оценки успешности лечения. Критерии внедрены в мобильное приложение «СпиноМетр», модуль геометрического планирования и управляющий модуль биомеханического моделирования системы предоперационного планирования с биомеханической поддержкой решения врача (п. 6 паспорта специальности 01.02.08).

7. Впервые разработан и обоснован с помощью биомеханического моделирования новый обобщающий геометрический критерий количественной оценки риска разрыва аневризм сосудов головного мозга, который можно применять при их предоперационной диагностике и принятии решения о необходимости лечения (п. 2 паспорта специальности 01.02.08).

8. Впервые разработана и апробирована концепция программной платформы для систем поддержки принятия врачебных решений с биомеханической поддержкой в хирургии. В соответствии с концепцией разработаны и апробированы режимы работы программной платформы для систем поддержки принятия врачебных решений с биомеханической поддержкой в хирургии заболеваний и повреждений позвоночно-тазового комплекса,

реализующие биомеханическое моделирование вариантов лечения для всего спектра клинических случаев травм и дегенеративных заболеваний позвоночно-тазового комплекса, в том числе сочетанных патологий (п. 6 паспорта специальности 01.02.08).

9. Впервые предложены варианты разработки семейства систем предоперационного планирования с биомеханической поддержкой решения врача в хирургии опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы, в основе которых могут лежать разработанные программные компоненты (п. 6 паспорта специальности 01.02.08).

Впервые биомеханическое моделирование в рамках рутинного предоперационного планирования в режиме «Региональный центр» внедрено в научно-методическую и медицинскую деятельность организаций здравоохранения. *Практическая значимость результатов*, полученных диссертантом, определяется следующим.

Во-первых, результаты исследования легли в основу разработки программной платформы Аккорд для систем поддержки принятия врачебных решений в хирургии позвоночно-тазового комплекса (свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных RU 2021621532 от 15.07.2021, RU 2021621544 от 19.07.2021, RU 2021621555 от 20.07.2021, RU 2021621564 от 20.07.2021, RU 2021661926 от 19.07.2021, RU 2021661891 от 19.07.2021, RU 2021661787 от 15.07.2021, RU 2021662039 от 21.07.2021, RU 2021662014 от 20.07.2021, RU 2021662132 от 22.07.2021, RU 2020662251 от 09.10.2020, RU 2021661879 от 16.07.2021, RU 2019665169 от 20.11.2019, RU 2020662810 от 19.10.2020) и в основу разработки первой в мире системы предоперационного планирования в хирургии позвоночно-тазового комплекса с биомеханической поддержкой SmartPlan Ortho 2D и мобильного приложения «Спинометр» для измерения и расчета параметров сагиттального баланса позвоночно-тазового комплекса, зарегистрированных в едином реестре российских программ для ЭВМ и БД (приказ №435 от 06.05.2021 Минцифры РФ).

Во-вторых, биомеханическое моделирование как этап предоперационного планирования, выполняемое с помощью разработанной платформы Аккорд,

внедрено в работу регионального центра поддержки принятия врачебных решений на базе отдела инновационных технологий управления в лечении и реабилитации НИИТОН СГМУ. В-третьих, часть результатов данного исследования опубликована в монографии «Биомеханическое моделирование» (соавторы Иванов Д.В., Доль А.В.).

В-четвертых, результаты диссертационной работы внедрены в учебную деятельность механико-математического факультета и факультета фундаментальной медицины и биомедицинских технологий Саратовского университета, а также в практическую деятельность НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского, Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова и Российского научного центра радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова.

Диссертация соискателя *соответствует паспорту специальности 01.02.08 «Биомеханика»* по пунктам 1, 2, 4, 6: изучение механических свойств и структуры биологических макромолекул, клеток, биологических жидкостей, мягких и твердых тканей (биореология), отдельных органов и систем, изучение движения биологических жидкостей, тепло- и массопереноса, напряжений и деформаций в клетках, тканях и органах, изучение механики опорно-двигательной системы, плавания, полета и наземного движения животных, механики целенаправленных движений человека, движения совокупностей живых организмов, двигательной активности растений, разработка на основе методов механики средств для исследования свойств и явлений в живых системах, для направленного воздействия на них и их защиты от влияния внешних факторов.

Научные работы, опубликованные соискателем, отражают *полноту изложения* материалов диссертации. Всего по материалам диссертации опубликовано 59 работ, в том числе 27 статей в рецензируемых журналах (среди них 21 статья в журналах, рекомендованных ВАК), 15 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных, 1 коллективная монография, а также 16 статей в сборниках конференций и тезисов докладов.

Статьи в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций, опубликованные соискателем представлены ниже.

1. Иванов Д.В. Исследование артерий виллизиевого круга человека в норме и при патологии // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2010. – Т. 10, № 1. – С. 35-44.

2. Иванов Д.В., Доль А.В., Павлова О.Е., Аристамбекова А.В. Моделирование виллизиевого круга человека в норме и при патологии // Российский журнал биомеханики. – 2013. – Т. 17, № 3. – С. 49-63.

3. Иванов Д.В., Барабаш А.П., Барабаш Ю.А. Интрамедуллярный стержень нового типа для остеосинтеза диафизарных переломов бедра // Российский журнал биомеханики. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 52-64.

4. Кудяшев А.Л., Хомянец В.В., Теремшонок А.В., Коростелев К.Е., Нагорный Е.Б., Доль А.В., Иванов Д.В., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю. Биомеханические предпосылки формирования проксимального переходного кифоза после транспедикулярной фиксации поясничного отдела позвоночника // Российский журнал биомеханики. – 2017. – Т. 21, № 3. – С. 313-323.

5. Доль А.В., Иванов Д.В. Разработка программы полуавтоматической сегментации изображений для создания трехмерных моделей сосудов головного мозга // Российский журнал биомеханики. – 2017 – Т. 21, № 4. – С. 448-460.

6. Иванов Д.В., Доль А.В. Факторы разрыва аневризм сосудов головного мозга: обзор литературы // Российский журнал биомеханики. – 2018. – Т. 22, № 4. – С. 473-484.

7. Доль А.В., Доль Е.С., Иванов Д.В. Биомеханическое моделирование вариантов хирургического реконструктивного лечения спондилолистеза позвоночника на уровне L4-L5 // Российский журнал биомеханики. – 2018. – Т. 22, № 1. – С. 31-44.

8. Dol A.V., Fomkina O.A., Ivanov D.V. Threshold values of morphological parameters associated with cerebral aneurysm rupture risk // Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 289-304.

9. Доль А.В., Иванов Д.В., Кажанов И.В., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю., Микитюк С.И., Петров А.В. Биомеханическое моделирование вариантов хирургического реконструктивного лечения односторонних переломов крестца // Российский журнал биомеханики. – 2019. – Т. 23, № 4. – С. 537-548.

10. Ivanov D.V., Kirillova I.V., Kossovich L.Yu., Bessonov L.V., Petraikin A.V., Dol A.V., Ahmad E.S., Morozov S.P., Vladzimirskyu A.V., Sergunova K.A., Kharlamov A.V. Influence of convolution kernel and beam-hardening effect on the assessment of trabecular bone mineral density using quantitative computed tomography // Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 205-219.

11. Иванов Д.В., Доль А.В., Коссович Л.Ю. Aspect ratio как фактор, предсказывающий разрыв аневризм сосудов головного мозга // Российский журнал биомеханики. – 2020. – Т. 24, № 1. – С. 8-18.

12. Bessonov L.V., Golyadkina A.A., Dmitriev P.O., Dol A.V., Zolotov V.S., Ivanov D.V., Kirillova I.V., Kossovich L.Y., Titova Yu.I., Ulyanov V.Yu., Kharlamov A.V. Constructing the dependence between the young's modulus value and the hounsfield units of spongy tissue of human femoral heads // Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics. – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 182-193.

13. Барабаш Ю.А., Иванов Д.В., Богатов В.Б., Лычагин А.В. Биомеханический подход к выбору вида интрамедуллярного фиксатора при смоделированном переломе бедренной кости // Российский журнал биомеханики. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 209-217.

14. Бескровный А.С., Бессонов Л.В., Голядкина А.А., Доль А.В., Иванов Д.В., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю., Сидоренко Д.А. Разработка системы поддержки принятия врачебных решений в травматологии и ортопедии. Биомеханика как инструмент предоперационного планирования // Российский журнал биомеханики. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 118-133.

15. Бескровный А.С., Бессонов Л.В., Иванов Д.В., Золотов В.С., Сидоренко Д.А., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю. Построение трехмерных твердотельных моделей позвонков с использованием сверточных нейронных сетей // Известия

Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 368-378.

16. Иванов Д.В. Биомеханическая поддержка решения врача при выборе варианта лечения на основе количественных критериев оценки успешности // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия математика. Механика. Информатика. – 2022. – Т. 22, вып. 1. С. 62–89.

17. Иванов Д.В., Фалькович А.С., Донник А.М., Полиенко А.В., Оленко Е.С., Крутько А.В. Обобщение зависимостей между геометрическими параметрами сагиттального баланса // Российский журнал биомеханики. – 2022. – Т. 26, № 1. – С. 8-24.

18. Иванов Д.В., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю., Лихачев С.В., Полиенко А.В., Харламов А.В., Шульга А.Е. Сравнительный анализ мобильного приложения для измерения параметров сагиттального баланса «СпиноМетр» с системой Surgimar: апробация межэкспертной надежности // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 1. – С. 74-79.

19. Кудяшев А.Л., Хоминец В.В., Теремшонок А.В., Нагорный Е.Б., Стадниченко С.Ю., Доль А.В., Иванов Д.В., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю., Ковтун А.Л. Биомеханическое моделирование при хирургическом лечении пациента с истинным спондилолистезом поясничного позвонка // Хирургия позвоночника. – 2018. – Т. 15, № 4. – С. 87-94.

20. Кажанов И.В., Микитюк С.И., Доль А.В., Иванов Д.В., Харламов А.В., Петров А.В., Коссович Л.Ю., Мануковский В.А. Биомеханическое моделирование вариантов внутренней фиксации односторонних переломов крестца // Травматология и ортопедия России. – 2020. – Т. 26, №2. – С. 79-90.

21. Петрайкин А.В., Иванов Д.В., Ахмад Е.С., Сергунова К.А., Низовцова Л.А., Петрайкин Ф.А., Рыжов С.А., Кириллова И.В., Коссович Л.Ю., Бессонов Л.В., Доль А.В., Владзимирский А.В., Харламов А.В. Фантомное моделирование для выбора оптимальных фильтров реконструкции в количественной компьютерной томографии // Медицинская физика. – 2020. Т. 2, № 86. – С. 33-43.

Диссертационная работа Иванова Д.В. является оригинальным и законченным исследованием. Дмитрий Валерьевич корректно указал ссылки на источники использованных им материалов и числовых данных, а также корректно сослался на выполненные им лично и в соавторстве научные работы.

Диссертация Иванова Дмитрия Валерьевича «Биомеханика как основа систем поддержки принятия врачебных решений в хирургии» удовлетворяет критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» для докторских диссертаций, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.08 «Биомеханика».

На заседании присутствовало 22 человека, в том числе, 9 докторов наук и 8 кандидатов наук по профилю диссертации.

Результаты открытого голосования: «за» – 22 человека, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек (протокол № 10 от 06 апреля 2022 года).

Председатель заседания
доцент кафедры
математической теории
упругости и биомеханики,
кандидат физико-математических наук,
доцент

Доль Александр Викторович

