

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.10,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 21.09.2022 г.

О присуждении **Донник Анне Михайловне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Пациенто-ориентированное биомеханическое моделирование грудного и переходного груднопоясничного отделов позвоночника» по специальности 01.02.08 – «Биомеханика» принята к защите 20 июня 2022 года (протокол заседания № 88) диссертационным советом Д 212.243.10, созданным на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»), Минобрнауки РФ, 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83, приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета от 15.02.2013 г. № 75/нк; приказ о возобновлении деятельности совета от 18.11.2020 г. № 679/нк, приказ о частичных изменениях от 19 апреля 2022г. №384/нк.

Соискатель Донник Анна Михайловна, 4 декабря 1992 года рождения, в 2015 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВПО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского») по специальности 010501 «Прикладная математика и информатика» с присвоением квалификации «Математик. Системный программист». В 2020 году освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», направленность «Биомеханика». Работает старшим преподавателем кафедры медицинской кибернетики факультета фундаментальной медицины и медицинских технологий ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре математической теории упругости и биомеханики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – **Коссович Леонид Юрьевич**, лауреат государственной премии РФ в области науки и техники, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математической теории упругости и биомеханики ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Официальные оппоненты:

1. **Кучумов Алексей Геннадьевич**, доктор физико-математических наук (01.02.08), доцент, ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», доцент кафедры вычислительной математики, механики и биомеханики;

2. **Саченков Оскар Александрович**, кандидат физико-математических наук (01.02.04), доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доцент кафедры теоретической механики, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет» (г. Ростов-на-Дону) в своем положительном отзыве, подписанном Метелицей Анатолием Викторовичем, доктором химических наук (02.00.04), проректором по научной и исследовательской деятельности, и составленном Ватульяном Александром Ованесовичем, доктором физико-математических наук (01.02.04), профессором, заведующим кафедрой теории упругости Института математики, механики и компьютерных наук имени И.И. Воровича, указала, что диссертационная работа Донник Анны Михайловны представляет собой самостоятельное исследование, выполненное на актуальную тему. По своей научной новизне, теоретической и практической значимости, качеству анализа полученных результатов диссертация имеет важное значение для развития биомеханики костных тканей, моделируемых биомеханических систем и их приложений по специальности 01.02.08 – Биомеханика. Диссертационная работа Донник Анны Михайловны соответствует паспорту специальности 01.02.08 – Биомеханика, удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., с изм., утв. 21.04.2016 г. № 335, 02.08.2016 г. № 748, ред. от 11.09.2021 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Донник Анна Михайловна, достоин присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.08. – Биомеханика.

По теме диссертации соискатель имеет 21 статью, из них 4 в рецензируемых журналах (среди них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК), 2 свидетельства о

государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных, а также 15 статей в сборниках конференций и тезисов докладов.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 8 положительных отзывов: из Воронежского государственного технического университета от д.ф.-м.н. Шитиковой М.В. (01.02.04); из Санкт-Петербургского государственного университета от к.ф.-м.н. Воронковой Е.Б. (01.02.04); из ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны РФ (г. Санкт-Петербург) от д.м.н., доцента Кудяшева А.Л. (14.01.15); из ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» от д.ф.-м.н., профессора Серазутдинова М.Н. (01.02.04) и к.т.н., доцента Убайдуллоева М.Н. (01.02.04); из ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (г. Краснодар) от д.ф.-м.н., профессора Глушкова Е.В. (01.02.04); из ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону) от д.ф.-м.н., доцента Соловьева А.Н. (01.02.04); из Белорусского государственного университета от д.ф.-м.н., доцента Босякова С.М. (01.02.08) и д. ф. - м. н., профессора Михасева Г.И. (01.02.04); из Ширакского государственного университета (Армения) от д.ф.-м.н., профессора, член-корреспондента НАН Армении Саркисяна С.О. (01.02.04).

В отзывах имеются вопросы и замечания: а) автор использует один набор механических характеристик для тканей биологических объектов, участвующих в расчетах. При этом известно, что биологические ткани меняют свои свойства в широких диапазонах в зависимости, например, от возраста индивидуума. Хотелось бы, чтобы были приведены результаты параметрического анализа, демонстрирующие обоснованность единого набора механических параметров, или ссылки на работы, в которых такие исследования проводились. б) Невысокое разрешение графических изображений. На рисунках сложно определить уровень установки фиксирующих металлоконструкций.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в области биомеханики, позволяющей оценить научную и практическую значимость диссертационной работы, широкой известностью и признанными достижениями среди специалистов. Выбор официальных оппонентов объясняется, кроме того, отсутствием совместных печатных работ с соискателем. Выбор ведущей организации обосновывается наличием в коллективе большого числа известных специалистов, работающих в направлениях, связанных с тематикой диссертации, а также отсутствием договорных отношений с соискателем. Выбор официальных оппонентов и ведущей организации удовлетворяет критериям, сформулированным в пп. 22 и 24 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **сформулирован** универсальный и не имеющий ограничений по случаям травм подход к созданию биомеханической модели грудного и груднопоясничного отделов позвоночника. Модель, построенная по предложенному алгоритму, позволяет учитывать индивидуальные особенности строения позвоночника пациента;
- **проведено** биомеханическое моделирование грудного, груднопоясничного отделов позвоночника и систем фиксации и **выявлены** условия, способствующие их разрушению и приводящие к повторной травме;
- на основе анализа НДС системы «позвоночно-двигательный сегмент – ТПС» **выявлены** биомеханические преимущества использования транспедикулярных систем, дополненных промежуточными винтами;
- впервые **выполнено** биомеханическое моделирование транспедикулярных систем, дополненных ламинарными крючками, и с точки зрения биомеханики **показано** преимущество их использования в хирургии позвоночника.

Теоретическая значимость исследования обоснована возможностью применения **разработанного** алгоритма создания биомеханической модели для широкого спектра задач, связанных с моделированием биомеханических систем.

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

- разработанную биомеханическую модель возможно использовать при проведении предоперационного планирования для анализа различных вариантов хирургического вмешательства, для усовершенствования систем фиксации позвоночника при лечении повреждений грудного и груднопоясничного отделов позвоночника;
- получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных:
  1. База данных "Модельная версии 2.0" для прототипа системы поддержки принятия врачебных решений, режим персональной виртуальной операционной 3D (RU 2021621555 от 20.07.2021).
  2. База данных "Имплантаты версии 3.0" для прототипа системы поддержки принятия врачебных решений, режим персональной виртуальной операционной 3D (RU 2021621564 от 20.07.2021);
- результаты работы внедрены в учебную деятельность механико-математического факультета Саратовского университета.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- корректность математической постановки задачи теории упругости и применение строгих математических методов;
- соответствие результатов известным результатам других авторов, а также результатам медицинского контроля.

**Личный вклад соискателя состоит** в том, что им лично разработан алгоритм создания биомеханической модели грудного отдела позвоночника, выполнены все описанные в работе биомеханические эксперименты, осуществлены визуализация и проведен анализ результатов этих экспериментов. Научный руководитель и соавторы научных исследований принимали участие в постановке задач и обсуждении полученных результатов, анализе достоверности полученных результатов с точки зрения клинической практики.

В работах [1-4 из автореферата] соискателю принадлежит поиск и анализ научной литературы, обработка исходных данных компьютерной томографии пациентов, построение трехмерных твердотельных моделей опорно-двигательного аппарата, построение конечно-элементных моделей опорно-двигательного аппарата, вычислительной сетки, построение трехмерных твердотельных моделей металлоконструкций, математическая постановка задачи биомеханики, а также численное решение поставленных задач биомеханики и интерпретация результатов.

В работах [1-5, 9, 11, 12, 14, 17, 19, 20 из автореферата] автору принадлежат постановки задач, большая часть обзоров литературы, постановка и выполнение биомеханических экспериментов, и интерпретация результатов. Работы [10, 13, 15, 21 из автореферата] выполнены автором лично без соавторов. В работе [16 из автореферата] автором лично выполнено биомеханическое моделирование сегмента грудного отдела позвоночника. В работах [6-8, 18 из автореферата] автору принадлежит часть обзоров литературы по тематике диссертации. Тексты статей [1-15, 17, 19, 21 из автореферата] подготовлены автором лично.

Соавтор Коссович Л.Ю. (научный руководитель по диссертации) в работах обеспечивал взаимодействие с сотрудниками медицинских учреждений, принимал участие в постановке задач исследований, обсуждении и интерпретации результатов исследований, и написании текстов статей. Соавтор Кириллова И.В. выполняла поиск и анализ научной литературы, обеспечивала взаимодействие с сотрудниками медицинских учреждений, а также принимала участие в постановке задач исследований, обсуждении результатов исследований и написании текстов статей. Соавторы Зарецков В.В., Киреев С.И., Левченко К.К., Лихачев С.В., Морозов К.М., Норкин И.А., Оленко Е.С., Островский Н.В. выполняли поиск пациентов для исследования, обеспечивали предоставление депersonализованных данных пациентов, участвовали в поиске

научной литературы для обзора, ставили медицинскую задачу, принимали участие в обсуждении и анализе результатов с позиций медицины и их соответствия клиническим данным. Соавтор Иванов Д.В. принимал участие в поиске и анализе научной литературы, участвовал в обсуждении результатов численных расчетов методом конечных элементов, а также в написании текстов статей.

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в научно-исследовательских организациях, занимающихся биомеханикой костно-мышечного аппарата (НИИ Механики МГУ, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН), в учебном процессе вузов, ведущих подготовку специалистов в области биомеханики (СГУ имени Н.Г. Чернышевского, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Южный федеральный университет и Санкт-Петербургский государственный университет), а также в практической деятельности травматолого-ортопедических клиник (НМИЦ ТО имени Н.Н. Приорова, НИИТОН СГМУ, НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова).

Содержание диссертации удовлетворяет требованиям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.08 – Биомеханика.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие замечания и заданы вопросы: 1) в работе решались задачи как с условием полного контакта, так и с проскальзыванием?; 2) о предложенной методике, основных конкурентах и отличиях от их решений; 3) о сравнении результатов, полученных с использованием ANSYS, и конечно-элементным пакетом, разработанным научной группой; 4) Какие ограничения имеются для применения вашего метода?

Соискатель Донник А.М. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и дала необходимые пояснения: 1) ответила утвердительно; 2) пояснила, что математическая постановка задачи стандартная. В работе рассчитывалась рентгеновская плотность костной ткани (НУ), на основе которой сделан вывод о том, что костная ткань позвоночника пациента не подвержена изменениям, вследствие таких заболеваний, как, например, остеопороз, что давало возможность использовать механические свойства, применяющиеся в подавляющем большинстве научных статей по данной тематике. Отличие от конкурентов заключается в том, что нет единого подхода к созданию персонализированной биомеханической модели сегментов грудного и

груднопоясничного отделов позвоночника. Используются различные подходы, различное программное обеспечение. В работе предложен единый алгоритм, который позволяет получить биомеханическую модель грудного и груднопоясничного отделов позвоночника. 3) пояснила, что такая задача не ставилась. 4) ответила, что для применения подхода нет ограничений. Можно к любой томограмме позвоночника применить алгоритм и провести биомеханический эксперимент.

На заседании 21 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Донник А.М. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.08 – Биомеханика.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек (12 человек находились в месте проведения заседания, 2 человек участвовали в заседании совета в удаленном интерактивном режиме), из них 5 докторов наук по специальности 01.02.08 – Биомеханика, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета: проголосовал: за – **14**, против – **НЕТ**, воздержавшихся – **НЕТ**.

Зам. председателя

диссертационного совета



Скрипаль Анатолий Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Крылова Екатерина Юрьевна

21 сентября 2022 г.