

**Заключение диссертационного совета 02.2.006.02 на базе  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» и  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета 02.2.006.02 от 30.05.2023 г. протокол № 07/23**

## **О ПРИСУЖДЕНИИ**

**Шевчук Оксана Александровне**

**ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Математическое моделирование деформированного состояния тонкостенных оболочек с помощью геометрических интерполянтов» по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки) принята к защите «21» марта 2023 г. диссертационным советом 02.2.006.02 (протокол № 05/23) на базе ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» и ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58, корп. 1, ауд. 203 Тел./факс: +7(856)304-30-55, e-mail: uchensovet@donntu.ru (приказ о создании диссертационного совета № 802 от 20.09.2018 г., приказы об изменении состава диссертационного совета № 1743 от 09.12.2019 г., №1550 от 08.12.2020 г. и № 459 от 22.06.2022 г.).

Соискатель, Шевчук Оксана Александровна, 1981 года рождения, в 2003 году окончила Донецкий национальный университет по специальности «Математика» (диплом НК № 21694302 от 30.06.2003 г.). Работает старшим преподавателем кафедры «Специализированные информационные технологии и системы» ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ».

Диссертация выполнена на кафедре специализированных информационных технологий и систем ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ».

Научный руководитель: Конопацкий Евгений Викторович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», г. Нижний Новгород.

Официальные оппоненты:

1. ГОЛОСКОКОВ ДМИТРИЙ ПЕТРОВИЧ, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций», ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей

сообщения Императора Александра I» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Санкт-Петербург;

2. ПЕРИНСКАЯ ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная математика и искусственный интеллект» ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, г. Донецк.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию. **Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ФГБУН ИПУ РАН), г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным директором института, Новиковым Д.А., указала, что работа посвящена актуальной теме, имеет научную новизну, практическое значение и реализована на практике. Обоснованность научных выводов и рекомендаций автора не вызывает сомнений. Научные выводы и рекомендации достаточно полно изложены в опубликованных статьях. Представленная диссертационная работа отвечает требованиям п.2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и требованиям паспорта специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки), в частности: п.2 «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»; п.3 «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»; п.5 «Разработка новых математических методов и алгоритмов валидации математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента или на основе анализа математических моделей»; п.8 «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента», а ее автор – Шевчук Оксана Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области научно-практических исследований математического и компьютерного моделирования, а также наличием публикаций в соответствующей сфере исследований.

Соискатель имеет 11 опубликованных научных работ: в том числе 7 – в рецензируемых научных журналах (6 – по специальности 1.2.2), в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук в Российской Федерации и Донецкой Народной Республики; 4 – по материалам научных конференций, среди которых 3 – в изданиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Шевчук, О.А. Решение дифференциальных уравнений с помощью геометрических интерполянтов / О.А. Шевчук, Е.В. Конопацкий // Информационные технологии в проектировании и производстве. – М.: НТИЦ «Компас», 2020. – №3. – С.29-33.
2. Шевчук, О.А. Математическое моделирование напряжённо-деформированного состояния балки с распределенной нагрузкой / О.А. Шевчук // Проблемы искусственного интеллекта, 2021. – №1(20). – С. 63–72.
3. Шевчук, О.А. Использование геометрических интерполянтов для численного решения уравнения Лапласа в прямоугольнике / О.А. Шевчук // Информатика и кибернетика, 2021. – №1-2(23-24). – С. 74–79.
4. Конопацкий, Е.В. Компьютерное моделирование напряжённо-деформированного состояния эксплуатируемого резервуара для хранения нефтепродуктов / Е.В. Конопацкий, О.А. Шевчук, А.А. Крысько // Южно-Сиб. науч. вест., 2022. – № 2. – С. 71-76.
5. Шевчук, О.А. Математическое моделирование напряжённо-деформированного состояния стальных вертикальных цилиндрических резервуаров / О.А. Шевчук // Проблемы искусственного интеллекта, 2022. – №1(24). – С. 29-38.
6. Конопацкий, Е.В. Численное моделирование напряжённо-деформированного состояния металлоконструкций с помощью геометрических интерполянтов / Е.В. Конопацкий, О.А. Шевчук // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении, 2022. – № 2(16). – С. 61-71. – DOI: 10.30987/2658-6436-2022-2-61-71.

На автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные. В них отражены актуальность исследования, дана оценка основным результатам, указаны замечания, а также сделаны положительные заключения о соответствии работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие замечания:

1. **Попов Евгений Владимирович**, доктор технических наук по специальности 05.01.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика, профессор, профессор кафедры инженерной геометрии, компьютерной графики и автоматизированного проектирования ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», г. Нижний Новгород:

1.1. Во введении автореферата указано 5 задач, 5 пунктов новизны и 3 пункта положений, выносимых на защиту. Учитывая, что решения всех поставленных задач обладают научной новизной, необходимо вынести на защиту их все, а не только часть из них;

1.2. Перечисленные в научной новизне и выводах «способы» имеют в большей степени статус «методов», поскольку полученные соискателем результаты являются главным образом научными, а не инженерными;

1.3. Из текста автореферата не ясно, проводились ли исследования точности полученных математических моделей с учетом округления полиномиальных

коэффициентов.

2. **Подвесовский Александр Георгиевич**, кандидат технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, доцент, профессор кафедры «Информатика и программное обеспечение» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск:

2.1. В качестве основного метода для решения поставленных задач соискателем выбрана геометрическая теория многомерной интерполяции, реализованная в точечном исчислении, но обоснование выбора точечного исчисления в автореферате отсутствует;

2.2. Из автореферата остается не ясным, исследовалась ли экономическая эффективность внедрения результатов диссертационного исследования.

3. **Рябинин Константин Валентинович**, кандидат физико-математических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, доцент, доцент кафедры математического обеспечения вычислительных систем ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь:

3.1. Присутствуют незначительные огрехи форматирования (например, на блок-схеме рис.1 отсутствуют символы стрелок), а также стилистические огрехи в англоязычной версии аннотации;

3.2. Указано, что предложенный подход более эффективен с точки зрения вычислений, однако не приводится теоретических оценок временной сложности разработанного алгоритма. Упомянуто, что на тестовых данных алгоритм выдает результат за 20 с, однако не указаны характеристики компьютера, на котором достигается это быстроедействие, и остается непонятным, зависит ли быстроедействие от входных данных, и если зависит, то как?

4. **Васин Дмитрий Юрьевич**, кандидат технических наук по специальности 05.01.01 – Инженерная геометрия и компьютерная графика, доцент кафедры информатики и автоматизации научных исследований ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород:

4.1. В блок-схеме (рис.1 стр.10) отсутствуют символы стрелок, а также имеются незначительные стилистические огрехи по тексту;

4.2. В работе не приводится теоретических оценок временной сходимости разработанных алгоритмов, что делает вывод об эффективности предлагаемой технологии недостаточно обоснованным.

5. **Провоторов Вячеслав Васильевич**, доктор физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, доцент, профессор кафедры уравнений в частных производных и теории вероятностей ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж:

5.1. Следовало бы подробнее описать получение числовой оценки точности численного решения уравнения Лапласа в прямоугольнике (стр.12);

5.2. Следовало бы подробнее пояснить процесс уточнения дифференциального уравнения (1).

6. **Дильман Валерий Лейзерович**, доктор физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, доцент, заведующий кафедрой «Математический анализ и методика преподавания математики» ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск:

6.1 В автореферате отсутствует информация о вычислительной сложности предложенных соискателем алгоритмов;

6.2. В автореферате отсутствует информация о моделировании деформированного состояния проектируемых тонкостенных оболочек инженерных сооружений (без учета функции отклонений стенки резервуара от вертикали), которые существенно расширяют доказательную базу исследований автора.

7. **Орлов Юрий Николаевич**, доктор физико-математических наук по специальности 01.01.03 – Математическая физика, доцент, главный научный сотрудник Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», г. Москва:

без замечаний.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки):**

– доказано, что использование базового вычислительного алгоритма представления численного решения дифференциальных уравнений с помощью геометрических интерполянтов на регулярных и нерегулярных сетях позволяет с высокой точностью (значения коэффициента детерминации  $\tilde{R}^2 \in [0,97; 1]$ ) получать искомые решения вне зависимости от количества производных, функций и независимых переменных;

– установлено на примере моделирования деформированного состояния эксплуатируемых стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов, что при нахождении численного решения дифференциального уравнения с помощью геометрических интерполянтов обеспечивается точность в пределах  $\tilde{R}^2 \in [0,97; 1]$  и уменьшается время расчета до 20 секунд даже без распараллеливания вычислительных потоков.

**Теоретическая значимость** результатов диссертационной работы заключается в дальнейшем развитии численных методов решения дифференциальных уравнений с помощью многомерных геометрических интерполянтов, включая новый способ учёта начальных условий дифференциальных уравнений, который заключается в параллельном переносе численного решения в нужную точку, координаты которой соответствуют начальным условиям. Получили дальнейшее развитие методы многомерной интерполяции и аппроксимации как универсальные инструменты математического и компьютерного моделирования, применимые в любых

отраслях науки и техники. Предложен способ числовой оценки точности результатов моделирования с помощью многомерных геометрических интерполянтов, который может быть использован для сравнения любых непрерывных многомерных объектов, процессов и явлений.

**Научная новизна полученных результатов:**

1) разработан базовый вычислительный алгоритм представления численного решения дифференциальных уравнений с помощью геометрических интерполянтов на регулярных и нерегулярных сетях;

2) усовершенствовано дифференциальное уравнение моделирования деформированного состояния упругой цилиндрической оболочки при осесимметричном нагружении для численного анализа деформированного состояния цилиндрического резервуара с несовершенствами геометрической формы;

3) предложен новый способ учёта начальных условий дифференциальных уравнений, который заключается в параллельном переносе численного решения в нужную точку, координаты которой соответствуют начальным условиям;

4) усовершенствована методика оценки технического состояния резервуаров для хранения нефтепродуктов с несовершенствами геометрической формы путем применения комплекса программ компьютерного моделирования деформированного состояния тонкостенных оболочек инженерных сооружений с помощью геометрических интерполянтов.

**Практическая значимость полученных результатов.** Усовершенствована инженерная методика оценки технического состояния резервуаров для хранения жидкого контента с учётом несовершенств геометрической формы, в рамках которой был разработан комплекс программ компьютерного моделирования деформированного состояния тонкостенных оболочек инженерных сооружений с помощью геометрических интерполянтов.

Практическая ценность исследований подтверждается внедрением результатов исследований при оценке деформированного состояния танка энергонакопителя на территории ООО «ДПЗ» (справка о внедрении №367 от 18.06.2021 г. выдана ООО Фирма «Промстройремонт»), в учебный процесс ГОУ ВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ» (справка №11 от 18.06.2021 г.) при проведении лабораторных занятий для подготовки бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» при изучении дисциплины «Информационные технологии», а также в научно-исследовательские госбюджетные работы ГОУ ВПО «ДОННАСА» К-2-03-16 «Предложения по: усовершенствованию учебных программ математических дисциплин в ДонНАСА; дальнейшему развитию математических моделей: механики абсолютно твёрдого и деформируемого твёрдого тела, физических явлений в кристаллах, экономических процессов; решению задач: теории детерминированных и стохастических дифференциальных уравнений и их систем; применению информационных технологий. Методические и учебно-методические материалы, основанные на педагогических подходах, которые развиваются на кафедре высшей математики и информатики» (номер гос.

регистрации НИОКТР: 00117D000259 от 02.05.2017) и К-2-09-21 «Математическое и компьютерное моделирование многофакторных процессов и явлений» (номер гос. регистрации НИОКТР: 0121D000084 от 28.05.2021).

**Оценка достоверности результатов исследования** обеспечивается корректным использованием математического аппарата точечного исчисления, основанного на инвариантах аффинной геометрии, и достаточным количеством проведенных экспериментов, их анализом и сравнением с результатами моделирования, полученными другими методами, а также с помощью программного пакета конечно-элементного анализа SCAD.

**Личный вклад соискателя состоит** в формулировании цели, задач исследований, основных научных положений и выводов, разработке вычислительного алгоритма и комплекса программ для его компьютерной реализации, разработке рекомендаций по практическому применению результатов. Основные научные результаты диссертации, которые включают численные методы компьютерного моделирования деформированного состояния тонкостенных оболочек инженерных сооружений, базовый вычислительный алгоритм численного решения дифференциальных уравнений с помощью геометрических интерполянтов на регулярных и нерегулярных сетях, совершенствование дифференциальных уравнений деформированного состояния упругой цилиндрической оболочки для численного анализа деформированного состояния цилиндрического резервуара с несовершенствами геометрической формы, численные модели деформированного состояния проектируемых и эксплуатируемых резервуаров для хранения нефтепродуктов, методику обследования технического состояния резервуаров для хранения нефтепродуктов с учётом несовершенств геометрической формы, а также комплекс проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов, получены автором лично.

На основании вышеизложенного представленная диссертационная работа Шевчук Оксаны Александровны «Математическое моделирование деформированного состояния тонкостенных оболочек с помощью геометрических интерполянтов» является завершённой научно-исследовательской работой, в которой дано решение важной научно-технической задачи, заключающейся в развитии методов многомерной интерполяции и аппроксимации для компьютерного моделирования напряжённо-деформированного состояния тонкостенных оболочек инженерных сооружений. Работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки).

На заседании от «30» мая 2023 г. диссертационный совет принял решение: присудить Шевчук Оксане Александровне ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве

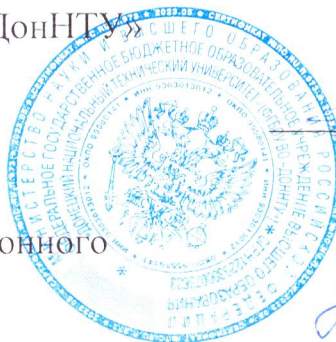
17 человек, из них 6 докторов наук по рассматриваемой специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель диссертационного совета

02.2.006.02 при ФГБОУ ВО «ДонНТУ»

и ФГБОУ ВО «ДонГУ»,

д-р техн. наук, профессор



В.Н. Павлуш

Ученый секретарь диссертационного

совета 02.2.006.02

канд. техн. наук, доцент

Т.В. Завадская