

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 2022.015**  
на базе Федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов  
имени Патриса Лумумбы» по диссертации на соискание ученой степени  
кандидата наук

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 29.05.2026 г., протокол № 04-ПЗ

О присуждении Ермаковой Евгении Владимировне, гражданину России,  
ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Оптимизация формы тонких оболочек по критерию упругой энергии деформирования»** по специальности 2.1.9. Строительная механика в виде рукописи принята к защите 24 апреля 2026 года, протокол № 04-ПкЗ, диссертационным советом ПДС 2022.015 федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; приказ от 04.07.2025 №428).

**Соискатель Ермакова Евгения Владимировна** 1995 года рождения, в 2020 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН) по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство».

С 2020 по 2024 гг. обучалась в аспирантуре Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению, соответствующему научной специальности 2.1.9. Строительная механика, по которой подготовлена диссертация.

Место работы в настоящее время – ассистент кафедры технологии строительства и конструкционных материалов инженерной академии Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

**Диссертация выполнена** на кафедре технологий строительства и конструкционных материалов инженерной академии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент Рынковская Марина Игоревна, доцент кафедры технологии строительства и конструкционных материалов инженерной академии Российский университет

дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

**Официальные оппоненты:**

1. Игнатъев Александр Владимирович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (05.23.17), доцент, профессор кафедры «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве», факультет архитектуры и градостроительного развития, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет».

2. Чепурненко Антон Сергеевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (05.23.17), профессор кафедры «Строительная механика и теория сооружений», факультет промышленного и гражданского строительства, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

3. Цыбин Никита Юрьевич, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук (01.02.04), доцент кафедры «Соппротивление материалов», институт цифровых технологий и моделирования в строительстве (ИЦТМС), ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

**дали положительные отзывы о диссертации.**

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, из них 9 за последние пять лет: 6 научных работ опубликованы в изданиях, индексируемых в БД Scopus и Web of Science; 1 статья в журнале RSCI, 1 статья в журнале из перечня ВАК и 1 работа опубликована в материалах конференции, а также в 1 свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем публикаций 12 п.л.

Авторский вклад 90%.

**Наиболее значимые публикации:**

1. Ермакова, Е.В. Современные возможности программного обеспечения для оптимизации формы оболочек / Е.В. Ермакова, М.И. Рынковская // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2023. – Т. 19. – № 2. – С. 220-232.

2. Ермакова, Е.В. Влияние радиуса фильтра на оптимизацию формы оболочки / Е.В. Ермакова, М.И. Рынковская // Вестник гражданских инженеров. – 2024. – Т. 4. – № 105. – С. 23-34.

3. Ermakova, E.V. The use of shells in the architecture of the concert halls / E.V. Ermakova, M.I. Rynkovskaya // Curved and Layered Structures. – 2021. – Vol.8. – Pp. 61-69.

4. Ermakova, E. Shape Optimization of a Shell in Comsol Multiphysics / E. Ermakova, T. Elberdov, M. Rynkovskaya // Computation. – 2022. – Vol.10. – P. 54.

5. Ermakova, E. Modern software capabilities for shape optimization of shells / M. Rynkovskaya, E. Ermakova // Vietnam Journal of Science and Technology. – 2024. – Vol.62. – Pp. 184-194.

6. Ermakova, E. Shape optimization of the cylindrical shell with three types of directrix curves / E. Ermakova, M. Rynkovskaya // Structures. – 2024. – Vol. 64. – P. 10.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 6 положительных отзывов, не содержащих критические замечания:

1. **Отзыв на автореферат от Мондруса Владимира Львовича**, гражданина Российской Федерации, доктора технических наук (05.23.17), профессора, члена-корреспондента РААСН, профессора кафедры «Строительная и теоретическая механика», институт промышленного и гражданского строительства (ИПГС), ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

Вопросы и замечания:

1.1. Насколько широким по мнению автора предполагается внедрение разработанной методики в современное производство?

2. **Отзыв на автореферат от Семенова Алексея Александровича**, гражданина Российской Федерации, доктора технических наук (2.1.9), доцента, профессора кафедры «Технологии информационного и математического моделирования», факультет инженерной экологии и городского хозяйства, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Вопросы и замечания:

2.1. В работе предложенные автором решения обозначены как методики, однако лучше было бы сформулировать их как метод.

2.2. Формулировка объекта исследования: лучше было бы «процесс определения...».

2.3. Положение № 2, выносимое на защиту: практическое применение не может являться положением, так как сами по себе расчеты не являются элементами научной новизны.

2.4. Подписи на рисунках в автореферате (особенно рис. 4, 7, 9) невозможно прочитать.

2.5. На стр. 13 автореферата заявлено, что «наименьшее количество итераций для проведения оптимизационного процесса потребовалось методу внутренней точки ПРОРТ». Однако это не говорит о том, что этот метод позволяет получить решение быстрее. В зависимости от метода, одна итерация может занимать разное количество времени и вычислительных ресурсов.

2.6. На стр. 13 сказано, что  $d_{\max}$  составляет 5 % от ограничивающего параллелепипеда  $V_{\text{Вох}}$ . Но не сказано, от чего именно? От его линейного размера? Какого именно? Максимального, минимального? Или от чего-то другого?

2.7. На стр. 15 указаны этапы алгоритма, которые сформулированы как инструкция к ПО, но не как научный результат. Например: «Начало подготовительного процесса перед оптимизацией формы», «Переход в настройку...» и т.д.

2.8. На стр. 16 указываются конкретные значения максимального смещения и радиуса фильтра, вычисленные в метрах, для решения конкретных задач. Однако предварительно не описаны решаемые задачи – закрепление

контура, прикладываемая нагрузка, параметры материала, геометрические параметры. Часть этих данных можно найти далее по тексту, но информация очень разрозненная и затрудняет интерпретацию результатов.

2.9. На стр. 20, заключение: фраза «блок-схема реализации математической модели в программе» кажется не совсем удачной. Обычно результатом является блок-схема алгоритма расчета в программе.

**3. Отзыв на автореферат от Рыбакова Владимира Александровича,** гражданина Российской Федерации, доктора технических наук (2.1.9), доцента, некоммерческая организация «Фонд-региональный оператор капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах», главного специалиста отдела подготовки капитального ремонта № 2.

Вопросы и замечания:

3.1. На странице 47 диссертации сказано, что арка испытывает лишь круговые усилия  $N(\varphi)$  с нормальным напряжением  $\sigma(\varphi)$ , что не соответствует постановке задачи в расчетной схеме на рисунке 2.3, где приложена равномерная нагрузка  $q$ , вызывающая не только сжатие, но и изгиб (что изложено в любом учебнике по строительной механике). Автору в своей методике следовало бы учесть сжимающие напряжения не только сжатия, но и изгиба, либо приложить нагрузку по нормали к круговой оси, либо рассмотреть параболическое очертание арки, соответствующей «безмоментной» работе.

3.2. В подходе, описываемом в параграфе 2.4.1. (рис.2.3) нигде не указано, как выбирается точка  $O_1$  и, соответственно, главный начальный радиус  $r$ . Визуально на рисунке непохоже и по тексту не подтверждено, что эта точка – центр окружности (в общем случае – центр кривизны). При выборе различных положений этой точки величины интегралов будут абсолютно разные. Автору следует больше обращать внимание на точность повествования при подготовке научных работ.

3.3. Арка является элементом механики стержневых систем, а не оболочечных, и поэтому формально интеграл накопления энергии (2.40) к такой стержневой системе не применим. Автору следовало бы перейти к интегралу по площади под контуром арки, либо рассматривать цилиндрические оболочки.

3.4. Монотонное уменьшение функции энергии (2.46) следовало бы проиллюстрировать графиком. Монотонность уменьшения энергии формально не доказана.

3.5. На стр.52 вывод о том, что оптимальная форма арки становится ближе к полукруглой:

а) некорректно сформулирован, т.к. «абсолютной» оптимальности не существует, всегда необходимо указывать по какому критерию;

б) неточен, т.к. по результатам исследования следовало бы указать количественную величину расхождения «оптимальных» углов по двум критериям.

В целом, замечания 1-5 применимы и к другим (пространственным) задачам, которые автор решает в диссертации.

3.6. Формулы (4.1) и (4.2) противоречат друг другу: во-первых, одна и та же величина описывается схожими формулами, отличающиеся друг от друга в 20 раз; во-вторых, неясно почему переход в проценты абсолютной величины происходит через умножение на коэффициент 0,05 непонятной размерности. Автору следует более строго подходить к описанию математических формул, параметров и зависимостей.

3.7. Несмотря на большое количество решенных автором задач, в тексте диссертации и автореферата недостаточно ясно и подробно описана суть практической значимости проделанного научного исследования. В частности, следовало бы в текст работы включить постановку и решение задачи расчета купола православного храма в честь иконы Божьей Матери «Отрада и Утешение», не ограничиваясь только актом о внедрении.

**4. Отзыв на автореферат от Нестерова Ивана Владимировича,** гражданина Российской Федерации, кандидата технических наук (05.23.17), доцента, заведующего кафедрой «Системы автоматизированного проектирования», институт пути, строительства и сооружений (ИПСС), ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта».

Вопросы и замечания:

4.1. Решение задач оптимизации по энергетическому критерию автор выполнял с использованием методов IPOPT, SNOPT, MMA. Для весовой оптимизации стержневых и пластинчатых систем широко используется метод проекции градиента. В автореферате отсутствует обоснование исключения этого метода из набора вычислительных алгоритмов для оптимизации формы оболочек.

**5. Отзыв на автореферат от Страшнова Станислава Викторовича,** гражданина Российской Федерации, кандидата технических наук (05.04.02), ведущего научного сотрудника центра анализа данных, и.о. заведующего кафедрой информатики и математики, ФГБОУ ВО «Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации».

Вопросы и замечания:

5.1. Из автореферата неясно, чем был обусловлен выбор сферической и геликоидальных оболочек в качестве тестовых примеров для оптимизации формы градиентными методами.

**6. Отзыв на автореферат от Нурымбетова Алибека Усипбаевича,** гражданина Республики Казахстан, доктора технических наук (01.02.04), доцента, профессора кафедры «Информационные системы», технологический факультет, НАО «Таразский университет им. М.Х. Дулати».

6.1. Однако по представленному реферату следует сделать замечание о том, что отсутствует пояснение обозначений и в контексте оптимизации формы сферической оболочки.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме и профилю диссертационной работы.

**Игнатъев Александр Владимирович**, доктор технических наук, является специалистом в области задач и методов компьютерного моделирования и расчета конструкций и сооружений, в том числе в системах поддержки принятия решений в задачах расчета конструкций и сооружений. Автор 236 публикаций в различных изданиях, включая монографий – 2, учебных пособий – 16.

Основные публикации доктора технических наук Игнатъева Александра Владимировича:

1. Алгоритм расчета свайно-плитного фундамента с помощью метода конечных элементов в форме классического смешанного метода / М.И. Бочков, А.В. Игнатъев, Д.Г. Кузнецов, И.С. Завьялов, Е.А. Максютлова // Строительная механика и расчет сооружений. – 2025. – № 6 (323). – С. 33-40. – DOI 10.37538/0039-2383.2025.6.33.40.

2. Алгоритм редуцирования системы частотных уравнений МКЭ в форме классического смешанного метода с использованием интерполяции / А.В. Игнатъев, И.С. Завьялов, Е.С. Мельникова // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – № 1 (98). – С. 153-166. – DOI 10.35211/18154360\_2025\_1\_153.

3. Алгоритм редуцирования систем уравнений мкэ высоких порядков с использованием полиномиальной интерполяции основных смешанных неизвестных // А.В. Игнатъев, И.С. Завьялов, М.И. Бочков // Известия высших учебных заведений. Серия: Строительство. – 2024. – № 7 (787). – С. 5-18. – DOI 10.32683/0536-1052-2024-787-7-5-18.

4. Расчет пластинок и оболочек / В.А. Игнатъев, А.В. Игнатъев, О.В. Душко, И.С. Завьялов, С.С. Рекунов // Учебное пособие. – Волгоград, 2023. – 135 с.

5. Метод конечных элементов в форме классического смешанного метода строительной механики (теория, математические модели и алгоритмы) / В.А. Игнатъев, А.В. Игнатъев // – Москва: АСВ Издательство, 2022. – 306 с.

**Чепурненко Антон Сергеевич**, доктор технических наук, является специалистом в области теории расчета пластин и оболочек, теории ползучести, механики полимеров, нелинейной механики ползучести бетона и железобетона, численных методов расчета строительных конструкций, методов оптимизации строительных конструкций. Является соавтором девяти учебных пособий и двух монографий.

Основные публикации доктора технических наук Чепурненко Антона Сергеевича:

1. Processing of nonlinear concrete creep curves using nonlinear optimization methods / A.S. Chepurnenko, V.S. Turina, V.F. Akopyan // Construction Materials

and Products. – 2024. – Vol.7, No.1. – P.9. – DOI 10.58224/2618-7183-2024-7-1-2.

2. Optimizing the location of supports under a monolithic floor slab / A. Chepurnenko, V. Turina, V. Akopyan // *CivilEng.* – 2024. – Vol.5, No.2. – Pp. 502-520. – DOI 10.3390/civileng5020026.

3. Methodology for determining true temperature stresses during the construction of massive monolithic reinforced concrete structures / V.S.Turina, A.S. Chepurnenko, V.F. Akopyan // *Construction materials and Products.* – 2024. Vol.7, No.3. – P.10. – DOI 10.58224/2618-7183-2024-7-3-5.

4. Оптимизация сжатых деревянных стоек переменного сечения по критерию максимума критической нагрузки / Р.А. Шорстов, С.Б. Языев, А.С. Чепурненко // *Строительство и архитектура.* – 2023. – № 1(11). – 4 с. – DOI 10.29039/2308-0191-2022-11-1-5-5.

5. Оптимизация формы трехгранных решетчатых опор по критерию устойчивости / Л.Ш. Ахтямова, Б.М. Языев, А.С. Чепурненко, Л.С. Сабитов // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений.* – 2022. – № 4(18). – С. 317-328. –DOI 10.22363/1815-5235-2022-18-4-317-328.

**Цыбин Никита Юрьевич**, кандидат технических наук, является специалистом по механике многослойных конструкций, механике неоднородных тел, а также по расчету и конструированию железобетонных конструкций.

Основные публикации кандидата технических наук Цыбина Никиты Юрьевича:

1. Точная и приближенная матрица жесткости и вектор узловых нагрузок балочного конечного элемента с линейным законом изменения жесткости по длине / Н.Ю. Цыбин // *Advanced Engineering Research (Rostov-on-Don).* – 2025. – № 4(25). – С. 275-289. – DOI 10.23947/2687-1653-2025-25-4-2206.

2. Методика вычисления предельной продольной силы от внешней нагрузки, действующей на внецентренно сжатый железобетонный элемент / Н.Ю. Цыбин // *Инженерный вестник Дона.* – 2024. – № 6 (114). – С. 455-468.

3. Adhesive problem in the mechanics of materials/ R. Turusov, V. Andreev, N. Tsybin // *XXX Russian-Polish-Slovak Seminar Theoretical Foundation of Civil Engineering (RSP 2021): Lecture Notes in Civil Engineering.* – 2022. – Vol. 189. – Pp.245-254. – DOI 10.1007/978-3-030-86001-1\_29.

4. Calculation of a beam with external reinforcement. Contact layer model / N.Yu. Tsybin, V.I. Andreev, R.A. Turusov // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development".* – 2021. – Vol. 1083. – P. 012042. – DOI 10.1088/1757-899x/1083/1/012042.

5. Merged contact layer in adhesion mechanics / N. Tsybin // *E3S Web of Conferences.* – 2021. – Vol. 281. – P. 01048. – DOI 10.1051/e3sconf/202128101048.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **разработаны** две методики выбора оптимальной формы оболочек по критерию энергии упругой деформации: параметрическая методика с учетом меридиональных и круговых усилий в цилиндрических координатах и методика проведения оптимизации формы градиентными методами в сочетании с параметрическим подходом с дополнительными параметрами максимального перемещения и радиуса фильтра;

– **разработан** алгоритм оптимизационного расчета формы сферической оболочки и геликоидальной на ЭВМ по критерию энергии упругой деформации с оптимальными границами значений максимального перемещения и радиуса фильтра;

– **предложены** оптимальные границы и представлены рекомендации по выбору значений максимального перемещения и радиуса фильтра при проведении оптимизации формы сферических и геликоидальных оболочек с разработкой формул для подбора оптимальных параметров максимального перемещения и радиуса фильтра;

– **доказано** влияние геометрических параметров, формирующих оптимальную форму арок, поверхностей вращения, на результат оптимизации по энергетическому критерию при действии равномерно-распределенной и гидростатической нагрузки.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– **доказана** эффективность применения критерия энергии упругой деформации к задачам уменьшения веса и повышения коэффициента безопасности оболочки, а также к оптимизации формы сферической и геликоидальных оболочек с использованием трех градиентных методов;

– **применительно к проблематике диссертации результативно** использован комплекс существующих базовых методов исследования с применением градиентного подхода;

– **изучено** влияние варьируемых параметров максимального перемещения и радиуса фильтра на результат оптимизации формы по энергетическому критерию;

– **проведена** модернизация методики определения оптимальных форм оболочек параметрическим методом с внедрением формул меридиональных и круговых усилий.

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

– **разработаны** две методики по проведению оптимизации формы с рекомендациями по подбору значений варьируемых параметров максимального перемещения и радиуса фильтра;

– **определен** подход для уменьшения собственного веса и увеличения коэффициента безопасности по энергетическому критерию на примере сферической оболочки. В результате проведенного расчета собственный вес сферической оболочки уменьшен на 40%, а коэффициент безопасности увеличен в 1.5 раза, что способствует повышению прочности оболочки и уменьшению расхода материала;

– **созданы** формулы для определения значений максимального перемещения и радиуса фильтра;

– **представлены** рекомендации по выбору оптимальных значений максимального перемещения и радиуса фильтра, которые могут быть использованы в справочном руководстве программ с оптимизационными модулями.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– **теория** построена на известных, проверяемых данных строительной механики, а также теории оптимизации и её методов, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

– **идея** базируется на глубоком анализе ранее известных фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых в области оптимизации формы;

– **использованы** общенаучные методы исследования такие, как количественный и качественный анализ, систематизация, моделирование, сравнение и пр., что обеспечивает высокую степень обоснованности и достоверности полученных в ходе исследования результатов.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

– участия на всех этапах исследования: от постановки задачи до разработки методик оптимизации формы;

– апробации результатов;

– подготовке основных публикаций по выполненной работе и представлении научных результатов на конференциях.

Соискатель Ермакова Е.В. ответила на все вопросы в ходе заседания и привела собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

Заключение диссертационного совета подготовлено Языевым Батыром Меретовичем, доктором технических наук, профессором кафедры строительной механики и теории сооружений ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г.Ростов-на-Дону; Галишниковой Верой Владимировной, доктором технических наук, профессором кафедры архитектуры и реставрации, заместителем директора по инновационному развитию и дополнительному образованию ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г.Москва; Марковичем Алексеем Семеновичем, доктором технических наук, доцентом кафедры технологий строительства и конструкционных материалов ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва.

На заседании **29 мая 2026 года** диссертационный совет ПДС 2022.015 **принял решение** за достижение научно-обоснованных результатов в области технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика в части оптимизации формы оболочек по энергетическому критерию, обеспечивающих увеличение коэффициента безопасности конструкции, уменьшение её веса, приводящим к экономии материальных ресурсов,

**присудить** Ермаковой Евгении Владимировне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета  
ПДС 2022.015



Языев С.Б.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
ПДС 2022.015

Виноградова Е.В.

Дата заседания 29.05.2026