

Сведения

о результатах публичной защиты диссертации **Дао Нгок Кхоа** на тему «Расчёт гибких прямоугольных пластин по методу последовательных аппроксимаций», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.9. Строительная механика.

По результатам тайного голосования совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.2.339.05 на базе НИУ МГСУ принял решение присудить ученую степень кандидата технических наук **Дао Нгок Кхоа**.

В заседании диссертационного совета участвовали:

Зерцалов Михаил Григорьевич, д. т. н., 2.1.2

Мондрус Владимир Львович, д. т. н., 2.1.9

Сидоров Виталий Валентинович, к. т. н., 2.1.2

Андреев Владимир Игоревич, д. т. н., 2.1.9

Готман Альфред Леонидович, д. т. н., 2.1.2

Демьянушко Ирина Вадимовна, д. т. н., 2.1.9

Знаменский Владимир Валерианович, д. т. н., 2.1.2

Косицын Сергей Борисович, д. т. н., 2.1.9

Мкртычев Олег Варганович, д. т. н., 2.1.2

Никифорова Надежда Сергеевна, д. т. н., 2.1.2

Пономарев Андрей Будимирович, д. т. н., 2.1.2

Тер-Мартirosян Армен Завенович, д. т. н., 2.1.2

Филатов Владимир Владимирович, д. т. н., 2.1.9

Фриштер Людмила Юрьевна, д. т. н., 2.1.9

Хоменко Виктор Петрович, д. г.-м. н., 2.1.2

Чернов Юрий Тихонович, д. т. н., 2.1.9

Протокол №20

заседания совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук 24.2.339.05, созданного на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

от 24 мая 2023 г.

Присутствовали: члены диссертационного совета согласно явочному листу.

Слушали: защиту диссертации Дао Нгок Кхоа на тему «Расчёт гибких прямоугольных пластин по методу последовательных аппроксимаций», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.1.9. Строительная механика.

Постановили:

1. По результатам тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий присудить ученую степень кандидата технических наук Дао Нгок Кхоа (за – 16, против – 0).
2. По результатам открытого голосования утвердить протокол о результатах голосования (за – 16, против – 0).
3. По результатам открытого голосования принять Заключение диссертационного совета по рассматриваемой диссертации (за – 16, против – 0).

Заместитель председателя



М. Г. Зерцалов

Учёный секретарь



В. В. Сидоров

Подписи Зерцалова М. Г. и Сидорова В. В. заверяю.

Начальник УРП



О. И. Перевезенцева

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.339.05, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 24.05.2023 г. №20

О присуждении Дао Нгок Кхоа, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Расчёт гибких прямоугольных пластин по методу последовательных аппроксимаций» по специальности 2.1.9. Строительная механика, принята к защите 22 февраля 2023 года (протокол заседания №4), диссертационным советом 24.2.339.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, приказ о создании диссертационного совета № 963/нк от 17 октября 2019 г.).

Соискатель Дао Нгок Кхоа, 13 апреля 1983 года рождения, в 2009 году окончил Ростовский государственный строительный университет по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» с присуждением квалификации «Магистр».

С 30.11.2017 по 23.09.2021 Дао Нгок Кхоа обучался в аспирантуре на кафедре строительной и теоретической механики ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

В период подготовки диссертации и по настоящее время Дао Нгок Кхоа на территории Российской Федерации не трудоустроен.

Диссертация выполнена на кафедре строительной и теоретической механики

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Филатов Владимир Владимирович, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», кафедра строительной и теоретической механики, профессор.

Официальные оппоненты:

- **Иванов Сергей Павлович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Поволжский государственный технологический университет», кафедра «Сопrotивление материалов и прикладная механика», заведующий кафедрой,

- **Волкова Мария Владимировна**, кандидат технических наук, Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», отделение ядерной физики и технологий, доцент,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, в своем положительном отзыве, подписанном Душко Олегом Викторовичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Строительная механика», и Игнатьевым Александром Владимировичем, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве», и утверждённом Бурлаченко Олегом Васильевичем, доктором технических наук, профессором, заместителем директора по научной работе ИАиС ВолГТУ, указала, что диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и

практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук.

Научная и практическая ценность диссертации. Разработанная и доведенная до уровня прикладных программ численная методика расчета гибких пластин, контактирующих с упругом основанием, может быть использована: при проектировании конструкций специального назначения, таких как днища резервуаров; при определении напряженно-деформированного состояния фундаментных плит, испытывающих неравномерные большие осадки; при оценке работоспособности фундаментных плит в результате аварийных воздействий (карстовые провалы, подмывы и т.п.).

Построенная на базе разностной формы метода последовательных аппроксимаций методика расчета гибких прямоугольных пластин позволяет определять напряженно-деформированное состояние означенных пластин при действии произвольных статических нагрузок, в том числе разрывного характера, с учетом различных краевых условий.

Продемонстрирована более высокая точность и эффективность предложенной методики по сравнению с численным подходом на базе обобщенных разностных уравнений метода конечных разностей.

Предложена эффективная методика расчета гибких прямоугольных пластин с учетом отпора упругого основания, в том числе при переменном значении коэффициента жесткости основания и при неполном контакте конструкции с основанием.

Результаты работы (методика и алгоритмы расчёта) рекомендуется использовать в проектных, конструкторских и в научно-исследовательских организациях строительной отрасли и машиностроения, занимающихся проектированием и расчетом конструкций и сооружений.

Результаты диссертации могут использоваться в учебном процессе при подготовке и преподавании образовательных дисциплин, связанных с нелинейным расчетом конструкций, для уровней подготовки специалитет, магистратура и аспирантура по направлению «Строительство».

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Дао Нгок Кхоа заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9 – Строительная механика.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ (общий объем – 2,35 п.л., в том числе личный вклад – 0,83 п.л.) по теме диссертации, из них 1 работа (общий объем – 0,90 п.л., в том числе личный вклад – 0,30 п.л.) опубликована в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», и 3 статьи в иностранных журналах, индексируемых базой научного цитирования Scopus, Web of Science (общий объем – 1,31 п.л., в том числе личный вклад – 0,45 п.л.).

Наиболее значимые работы:

1. Radek Gabbasov. Numerical research of bending flexible plates / Radek Gabbasov, Vladimir Filatov and Ngoc Khoa Dao // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering – 2019. – Vol. 661. – Pp. 012006. doi:10.1088/1757-899X/661/1/012006.
2. Ngoc Khoa Dao. Comparison of calculation results of flexible plates on the basis of difference equations of successive approximation method and generalized equations of finite difference method /Ngoc Khoa Dao, Radek Gabbasov, Hoang Thi Linh Quyen and Le Thuy Nguyen // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2020. Vol. 913. – Pp. 022002. doi:10.1088/1757-899X/913/2/022002.
3. Дао Нгок Кхоа. Численное исследование изгиба гибких пластин на упругом основании / Дао Нгок Кхоа, В.В. Филатов, Т.Л.К. Хоанг // Инновации и инвестиции. – 2022. – №1. – С. 152-156.

В работах рассматриваются задачи численного определения напряженно-деформированного состояния гибких пластин с учетом и без учета отпора упругого основания. Предложенная численная методика построена на базе разностных

уравнений метода последовательных аппроксимаций (МПА).

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. В диссертационной работе представлены и оформлены в соответствии с требованиями ссылки на авторов и источники заимствования материала.

На диссертацию и автореферат поступило 5 положительных отзывов:

1. Отзыв, подписанный доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Строительная механика, инженерная геология, основания и фундаменты» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Шляхиным Дмитрием Аверкиевичем. Отзыв положительный.

В отзыве имеются замечания:

- в автореферате на стр. 7 говорится, что величины k_λ , k_g являются коэффициентами. При этом из (21) следует, что данные коэффициенты определяются с помощью отношения двух функций, т.е. k_λ , k_g тоже должны быть функциями. Здесь требуется дополнительное уточнение;

- при формировании граничных условий для жёсткого закрепления (стр. 9) принимается, что нормальные и поперечные усилия в срединной поверхности пластины равны нулю (последние два условия), что не соответствует классическому пониманию жёсткого закрепления;

- при расчёте пластин необходимо использовать величины, имеющие размерность системы СИ;

- при исследовании нелинейных задач широко используется вариационные методы решения. В автореферате не отмечено, в чем заключается преимущество метода последовательных аппроксимаций перед вариационным подходом.

2. Отзыв, подписанный кандидатом технических наук, профессором, почётным членом РААСН, профессором кафедры строительной механики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» Себешевым Владимиром Григорьевичем. Отзыв положительный.

В отзыве имеются замечания:

- в автореферате представлены данные по расчётам пластин, в том числе на упругом основании, имеющих закрепления по контуру. Рассматривались ли пластины, свободно лежащие на упругом основании при нагрузках, отличных от равномерно распределённой по всей поверхности?

- исследовалось ли влияние соотношения жёсткостей пластины и упругого основания на сходимость процесса последовательных аппроксимаций и результаты расчёта?

- возможно ли использование предложенных методик и алгоритма в расчётах гибких пластин на упругом основании с учётом конструктивной нелинейности (при наличии зон отрыва пластины от основания)?

3. Отзыв, подписанный кандидатом технических наук, начальником расчетно-аналитического отдела ООО «НПК Изотермик» Шигаповым Рустамом Рамильевичем. Отзыв положительный.

В отзыве имеются замечания:

- на мой взгляд, было бы интересно сравнить результаты, полученные автором с использованием разностных уравнений МПА, с результатом полученными другим численным методом. Например, решить задачи с привлечением одного из промышленных программных комплексов на базе метода конечных элементов (МКЭ);

- в качестве перспективы дальнейшей работы возможно распространение методики на ряд новых задач, например, учет действия односторонних связей с зазором (опирание прямоугольной пластины по контуру на поверхность с некоторой кривизной).

4. Отзыв, подписанный доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры «Промышленное и гражданское строительство», руководителем Научно-исследовательского центра «Строительство и архитектура» Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими Каландарбековым Имомёрбеком. Отзыв положительный.

В отзыве имеется замечание:

- использование разностных уравнений МПА позволило автору учесть разрывный характер внешней нагрузки и характеристики отпора упругого основания. Так же автор мог бы предусмотреть конечные разрывы жесткостных характеристик самой конструкции, т.е. рассмотреть пластины ступенчато-переменной жесткости, что значительно обогатило диссертационную работу.

5. Отзыв, подписанный доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом РААСН, заведующим кафедрой ССМиК ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Трещевым Александром Анатольевичем и кандидатом технических наук, доцентом кафедры ССМиК ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Теличко Виктором Григорьевичем. Отзыв положительный.

В отзыве имеются замечания:

- для оформления блок-схем алгоритма следует придерживаться ГОСТ 19. 701-90 (ИСО 5807-85) «Схемы алгоритмов, программ, данных и подсистем». «Блок-схема» на рис. 1, страница 8 автореферата не соответствует данному нормативному документу и, видимо, является фрагментом блок-схемы алгоритма. Кроме того, на данной схеме (рис. 1), автор задается точностью численного решения 0,001, никак не обосновывая данную величину допустимой относительной погрешности, также следовало бы обеспечить возможность задания точности для каждой конкретной задачи, обозначив ее в блок-схеме каким-либо символом, в соответствии с общепринятыми обозначениями»;

- таблицы 1-2 в тексте автореферата содержат сводные данные по решению задач при различном шаге дискретизации. Приведенные здесь данные вызывают некоторые вопросы: в таблице 1, полученное решение, по не вполне понятной причине, сходится к фиксированной разнице (3,28%) с аналитическим решением А.С. Вольмира; в таблице 2 решение, полученное по МПА и МКР, не вполне совпадают даже при достаточно мелком шаге дискретизации, кроме того, по моменту M_{11} , факт достижения сходимости для метода МПА вызывает сомнения, возможно шага $1/64$ недостаточно.

В целом, в отзывах отмечается, что диссертация выполнена на актуальную и

практически важную тему и является законченной научно-квалификационной работой. Отмечен вклад в проработку проблемы расчета гибких пластин при действии статической нагрузки с учетом отпора упругого основания. Для всех задач автором исследуется сходимости численного решения, а для тестовых приведено сравнение с известными аналитическими результатами. Большинство полученных результатов являются новыми и представляют значительный интерес для специалистов в области строительной механики и расчета конструкций.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью среди специалистов в области линейной и нелинейной строительной механики, а также в разработке физико-математических моделей расчёта конструкций, компетентностью и профессиональными знаниями, высокой эрудированностью в рассматриваемых вопросах и способностью определить научную и практическую ценность полученных в диссертации результатов, спецификой и актуальностью их основных научных и методических работ, исследованиями по вопросам, близким к теме диссертации.

Официальный оппонент **Иванов Сергей Павлович** имеет учёную степень доктора технических наук по специальностям 05.23.17 – Строительная механика. Иванов С.П. – признанный специалист в области нелинейных расчётов конструкций и построения теории исследования пространственных конструкций типа пластин и оболочек.

Официальный оппонент **Волкова Мария Владимировна** имеет учёную степень кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика. Научные исследований и публикаций Волковой М.В. посвящены исследованию линейных и нелинейных конструкции под действием динамических нагрузок.

Основными научными направлениями структурного подразделения ведущей организации – кафедры «Строительная механика» **ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»** – являются: разработка методики расчета сложных стержневых систем инженерных сооружений на базе МКЭ в

смешанной форме; расчёт геометрически нелинейных пространственных конструкций, в том числе пластин; обеспечение живучести зданий и сооружений при экстремальных воздействиях. В рамках созданной и действующей на кафедре научной школы защищено 9 докторских и 34 кандидатских диссертаций, опубликовано 14 монографий и более 200 статей в ведущих периодических изданиях, получено 5 патентов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны методики расчёта прямоугольных пластин в геометрически нелинейной постановке на действие статических нагрузок с учётом и без учёта взаимодействия с упругим основанием;

предложен подход, базирующийся на разностных уравнениях метода последовательных аппроксимаций, позволяющий учитывать конечные разрывы параметров нагрузки и характеристики жесткости упругого основания;

доказана возможность использования разработанных методов и алгоритмов для исследования напряжённо-деформированного состояния прямоугольных пластин с учётом больших прогибов;

введено понятие расчёта гибких пластин при частичном или неполном контакте с упругим основанием под действием статических нагрузок.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность привлечения разностной формы метода последовательных аппроксимаций при построении методики расчёта гибких прямоугольных пластин на базе разностных уравнений, заключающаяся в расширении границ возможного применения методики на область задач с разрывными параметрами;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы существующие теоретические положения механики деформируемого твёрдого тела, строительной механики, механики гибких пластин, методов математического моделирования;

изложены подход по понижению порядка исходных разрешающих дифференциальных уравнений поперечного изгиба гибких пластин, методика их аппроксимации и построения алгоритмов определения напряжённо-деформированного состояния гибких пластин;

раскрыты особенности и ограничения методики расчёта гибких пластин, построенной на базе разностных уравнений метода конечных разностей, продемонстрировано преимущество уравнений метода последовательных аппроксимаций;

изучено влияние разрывности характеристик жёсткости упругого основания на работу гибких пластин;

проведена модернизация численного метода расчёта, основанного на разностных уравнениях метода последовательных аппроксимаций для расчёта гибких прямоугольных пластин под действием статических нагрузок на упругом основании и без него.

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

разработаны и внедрены методики и алгоритмы расчёта гибких прямоугольных пластин на действие статических нагрузок, имеющих разрывный характер, с учётом произвольных краевых условий;

определены области эффективного применения предложенной методики, намечены направления дальнейших исследований;

создана программа для ЭВМ, реализующая статический расчёт гибких пластин при полном или частичном контакте с упругим основанием, а также без учёта упругого основания;

представлены рекомендации по применению разработанного метода, а также результаты решения тестовых и новых задач по расчёту гибких пластин на упругом основании: при постоянном коэффициенте отпора, заданном по определённому закону переменном коэффициенте отпора, с учётом разрывности значений коэффициента отпора (неполном контакте с упругим основанием).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на использовании основных гипотез, моделей и законов строительной механики, механики деформируемого твёрдого тела, теории расчёта пластин в геометрически нелинейной постановке;

идея базируется на анализе результатов экспериментальных и теоретических исследований, опубликованных в научных изданиях;

использованы результаты исследований отечественных и зарубежных ученых;

установлена согласованность полученных результатов с результатами, полученными другими авторами, а также сходимость численного решения на нескольких вложенных одна в другую сетках;

использованы современные корректные математические модели для решения задач по расчёту пластин в геометрически нелинейной постановке.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. В качестве рекомендаций по применению результатов диссертации предлагается использовать новые разработанные методики и алгоритмы расчета для проектирования гибких пластин, находящихся под действием статических нагрузок, с учетом полного или частичного контакта с упругим основанием, или при его отсутствии. Результаты диссертационного исследования работы рекомендуются к использованию в учебно-методическом процессе для совершенствования программ магистерских и аспирантских курсов по направлению «Строительство».

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в проведении теоретических исследований и обработке полученных результатов, а также в апробации результатов исследования, в подготовке публикаций в периодических научно-технических изданиях и докладов на научных конференциях по теме диссертационной работы на основе полученных результатов проведенных исследований.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний по рассматриваемой работе.

Соискатель Дао Нгок Кхоа ответил на задаваемые ему в ходе заседания

вопросы и привел собственную аргументацию, а именно:

раскрыл, в чем заключается критическая оценка выполненных ранее исследований в области расчёта гибких пластин, в том числе с учётом отпора упругого основания;

подчеркнул возможности методики, построенной на базе разностных уравнений МПА, по учёту разрывности жесткостных характеристик пластины;

пояснил, каким образом учитываются различные краевые условия при расчёте гибких пластин;

обосновал преимущество предлагаемой методики при сравнении с вариационными способами решения нелинейных задач.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней. Диссертация Дао Нгок Кхоа соответствует п. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции), является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложено решение научной задачи, заключающейся в разработке численной методики расчёта прямоугольных пластин в геометрически нелинейной постановке, находящихся под действием статических нагрузок, с использованием разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций. Предложенная методика позволяет учитывать: произвольные краевые условия; наличие сплошного упругого основания с постоянным коэффициентом отпора, с заданным по определенному закону переменным коэффициентом отпора; наличие несплошного основания (отсутствие основания под частью пластины); конечные разрывы параметров внешней нагрузки.

На заседании от 24 мая 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Дао Нгок Кхоа ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи, имеющей значение для развития строительной отрасли знаний, заключающейся в разработке численного метода расчёта прямоугольных пластин в геометрически нелинейной постановке с привлечением разностных уравнений метода последовательных аппроксимаций.

Оригинальность диссертационной работы составляет 88,47%.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета



Зерцалов Михаил Григорьевич

Учёный секретарь
диссертационного совета



Сидоров Виталий Валентинович

24.05.2023

Подписи Зерцалов М. Г. и Сидорова В. В. заверяю:

Начальник УРП



О. И. Перевезентцева

