

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 10.06.2025 № 05

О присуждении Нго Хыу Хиеу, гражданину Социалистической Республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод сил в задачах статики, динамики и устойчивости стержневых систем» по специальности 2.1.9. Строительная механика принята к защите 03 апреля 2025 (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.380.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.02.2014 года №55/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.03.2014 года №126/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2016 года №590/нк., приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2017 года №1246/нк., приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года №37/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.01.2022 года №86/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.06.2023 года №1326/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.06.2023 года №1326/нк,

Федерации от 26.09.2023 года №1845/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.03.2025 года №232/нк.

Соискатель Нго Хыу Хиеу, «15» октября 1993 года рождения.

В 2019 году соискатель окончил магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» с присвоением квалификации «Магистр». В 2023 году соискатель окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» по образовательной программе «Строительная механика» (очная форма обучения).

Соискатель Нго Хыу Хиеу не работает.

Диссертация выполнена в Высшей школе промышленно-гражданского и дорожного строительства Инженерно-строительного института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук Лалин Владимир Владимирович, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа промышленно-гражданского и дорожного строительства Инженерно-строительного института, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Зверьев Евгений Михайлович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, кафедра технологий строительства и конструкционных материалов, профессор;

**Сорокина Галина Вячеславовна**, кандидат технических наук, доцент,

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций», доцент

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, в своем положительном отзыве, подписанном Поповым Антоном Олеговичем (доктор технических наук, доцент, кафедра «Конструктивно-дизайнерское проектирование» Института дизайна и пространственных искусств, заведующий) и Сабитовым Линаром Салихзановичем (доктор технических наук, профессор кафедры «Конструктивно-дизайнерское проектирование» Института дизайна и пространственных искусств, профессор), указала, что диссертация Нго Хыу Хиеу «Метод сил в задачах статики, динамики и устойчивости стержневых систем» является законченной научно-исследовательской работой на актуальную тему, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты. Основные научные результаты диссертации опубликованы в российских и международных рецензируемых научных изданиях и доложены на научно-технических конференциях. Проведенные научные исследования можно характеризовать как научно обоснованные разработки, обеспечивающие решение важных задач в области строительной механики. На основании изложенного считаем, что диссертация Нго Хыу Хиеу представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, соответствует критериям пп. 9-11, 13-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Нго Хыу Хиеу, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ.

**Работы, опубликованные в изданиях, индексируемых международной базой данных научного цитирования (Web of Science/Scopus):**

1. Lalin V.V., Ngo H.H. The Loop Resultant Method for Static Structural Analysis // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2022. № 1. С. 72–81. (авторский вклад 45%)

**Работы, опубликованные в ведущих научных рецензируемых изданиях, перечень которых размещён на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии:**

2. Lalin V.V., Ngo H.H., Vavilova A.M. A finite element force method applied to free vibration of rod systems // Системные технологии. 2024. № 1. С. 34-46. (авторский вклад 35%)

3. Лалин В.В., Ле Т.К.Ч., Нго Х.Х. Способ статического учета высших форм колебаний в задачах динамики конструкций // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2020. № 3. С. 39-42. (авторский вклад 20%)

4. Lalin V.V., Lalina I.I., Ngo H.H., Le T.M.D. The force method algorithm in the form of a loop resultant method // Строительство и реконструкция. 2024. № 4. С. 42-55. (авторский вклад 25%)

5. Ngo H.H., Lalin V.V., Le T.Q.T. Free vibration analysis of rod systems using the finite element force method with extended shape functions // Вестник инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2024. № 2. С. 127-141. (авторский вклад 65%)

6. Lalin V.V., Lalina I.I., Ngo H.H., Vavilova A.M. An element forces formulation of stability analysis using the finite element force method for rod systems // Инновации и Инвестиции. 2024. № 2. С. 270-275. (авторский вклад 30%)

**Работы, опубликованные в других изданиях:**

7. Ngo H.H., Lalin V.V., Lalina I.I., Vavilova A.M., Le T.Q.T., Le T.M.D. The Idea of a “Loop Fragment” of the Finite Element Force Method in the Loop Resultant Method for Static Structural Analysis // Materials Proceedings, ISSN: 2673-4605. 2024. № 18. 8 с. (авторский вклад 25%)

8. Лалин В.В., Чуднова Е.П., Нго Х.Х. Алгоритм расчета статически неопределимых стержневых конструкций с помощью метода контурных усилий // Сборник трудов конференции «Неделя науки СПбПУ»: Материалы всероссийской конференции. Инженерно-строительный Институт. Санкт-Петербург. 2021. С. 446-448. (авторский вклад 25%)

9. Лалин В.В., Лалина И.И., Нго Х.Х. Алгоритмизация метода сил для стержневых систем – метод контурных усилий // Сборник трудов конференции: Материалы XIV международной конференции по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли (АММАГ'2022). Алушта: Издательство МАИ, 2022. С. 205-206. (авторский вклад 35%)

10. Лалин В.В., Нго Х.Х. Обобщенная точка Коссера – материальная точка с тензором инерции и тензором масс. Новые конечные элементы для задач динамики стержневых систем // Сборник трудов конференции: Материалы XXIII международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2023). с. Дивноморское, Краснодарский край. - Геленджик, Издательство МАИ, 2023. С. 58-59. (авторский вклад 50%)

11. Лалин В.В., Нго Х.Х. Материальная точка с разными массами по разным направлениям – новые конечные элементы в задачах динамики стержневых систем // Сборник тезисов научных докладов VIII-го Международного симпозиума «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений». Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., . 2023. С. 151-152. (авторский вклад 50%)

12. Лалин В.В., Нго Х.Х. Обобщенная точка Коссера. Новые конечные элементы для задач динамики стержневых систем // Сборник тезисов научных докладов XXIII Зимней школы по механике сплошных сред. Пермь: ИМСС УрО РАН, 2023. С. 191. (авторский вклад 50%)

13. Lalin V.V., Ngo H.H., Le T.Q.T. An element forces formulation of finite element force method applied to the vibration analysis // Сборник тезисов научных докладов XVII-го Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы компьютерного моделирования

конструкций и сооружений». Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2024. С. 23.  
(авторский вклад 40%)

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, профессор кафедры «Строительное производство и теория сооружений», доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН **Потапов Александр Николаевич**

*Отзыв положительный, имеются замечания:*

- вызывает сомнение утверждение о том (С18, 21), что последние значения численного решения МКЭ в программе SCAD (таб. 1 и 3) «можно считать точным решением». На этот результат можно ориентироваться только в некотором относительном смысле.

- ввиду разных вариационных постановок по МКЭП и МКЭУ, возникает такой вопрос, не будут ли результаты отличаться направлением сходимости? Имеется в виду следующее: если при уточнении критической силы (таб. 6) по МКЭП получена сходимость сверху, то по МКЭУ не будет ли эта оценка идти снизу, т.е. выполняться по той же схеме, что и оценка предельной нагрузки в кинематической и статической теоремах проф. А.А. Гвоздева.

2. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, заведующий кафедрой уникальных зданий и сооружений, кандидат технических наук по специальности 05.23.17 - Строительная механика, доцент **Колесников Александр Георгиевич**

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

- в автореферате указано, что в диссертации приведены результаты расчета на прочность и устойчивость металлического каркаса здания. Из текста автореферата не ясно, каково расхождение в результатах, полученных с помощью разработанной автором программы с программным комплексом, основанном на методе конечных элементах в перемещениях, учитывается ли в разработанной программе совместная работа всех элементов здания.

3. ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, доцент физико-математического института, кандидат технических наук по специальности 01.02.03 - Строительная механика, доцент **Терпугов Виктор Николаевич**

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

- в автореферате не сказано каким образом назначались числовые коэффициенты, которые входят в вычислительные формулы метода Ньюмарка.

4. ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток, доцент департамента геоинформационных технологий, кандидат технических наук, доцент **Баенхаев Александр Викторович**

*Отзыв положительный, имеется замечание:*

- в автореферате сказано, что при определении собственных частот колебаний стержневых систем разработанные конечные элементы в усилиях дают «несколько меньшую» погрешность, чем стандартные конечные элементы метода перемещений. Однако, не приведены конкретные примеры.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в научной и образовательной средах, в исследуемой предметной области, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.**

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

**разработан** усовершенствованный вариант метода сил, представленный в форме метода конечных элементов в усилиях, для решения задач статики, динамики и устойчивости плоских и пространственных стержневых конструкций, с целью определения внутренних усилий и значения критических сил при расчете напряженно-деформированного состояния строительных конструкций, подвергающихся статическим, температурным или динамическим воздействиям;

**предложен** метод конечных элементов в усилиях, основанный на разработке новых конечных элементов в усилиях, который использует явные выражения для невырожденных матриц податливости и жесткости для всех типов стержневых элементов, включая элементы с шарнирами и без шарниров, в задачах статики. Также построены матрицы масс и геометрической жесткости конечных элементов в усилиях для новых постановок задач динамики и устойчивости. Постановки, сформулированные в виде дифференциальных уравнений, эквивалентны вариационным задачам поиска точки стационарности соответствующих функционалов.

**доказано**, что минимальное количество новых конечных элементов в усилиях, соответствующее количеству стержней в системе, обеспечивает получение результатов внутренних усилий и значений критических сил с погрешностью, меньшей, чем результаты, полученные методом конечных элементов в перемещениях с тем же количеством элементов;

**введены** понятия:

- метода конечных элементов в усилиях, применяемого для алгоритмизации метода сил при определении напряженно-деформированного состояния стержневых конструкций;
- матрицы конечных элементов в усилиях для новых постановок задач динамики и устойчивости стержневых систем, где неизвестными функциями являются усилия.

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

**доказана** возможность прямого определения усилий в стержневых системах в задачах статики, динамики и устойчивости;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** следующие методы и теории: теория стержней, классический метод сил, метод контурных усилий, метод конечных элементов, метод Ньюмарка прямого интегрирования уравнений движения по времени, а также способ прямого обращения динамической матрицы при действии гармонической нагрузки;

**изложен** метод сил в форме метода конечных элементов в усилиях для решения задач статики, динамики и устойчивости стержневых систем;

**раскрыты** преимущества решения задач статики, динамики и устойчивости стержневых систем в новых вариантах метода сил, представленных в форме метода конечных элементов в усилиях. Это позволяет проводить анализ напряженно-деформированного состояния строительных конструкций, сохраняя при этом точность расчетов и снижая вычислительные затраты;

**изучены** численные модели стержневых систем, основанные на методе конечных элементов в усилиях, где основными неизвестными являются усилия в стержнях;

**проведена модернизация** алгоритма метода контурных усилий, предложенного В.В. Лалиным, Л.А. Розиным, Т.Н. Бугаевой, применительно к задачам статики стержневых конструкций.

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

**разработан** метод сил в форме метода конечных элементов в усилиях, предназначенный для решения задач статики, динамики и устойчивости стержневых систем;

**внедрены** результаты работы на двух строительных и архитектурных предприятиях во Вьетнаме: «WINHOUSE J.S.C» (<https://winhouse.vn/en/>) и «UVI CO.,LTD» (<https://masothue.com/0401707815-cong-ty-tnhh-uvi>);

**определены** новые матрицы податливости, масс и геометрической жесткости конечных элементов в усилиях, которые могут быть использованы при совершенствовании существующих и создании новых программных комплексов для расчета строительных конструкций;

**создана** вычислительная программа в среде MATLAB для применения метода конечных элементов в усилиях при анализе напряженно-деформированного состояния стержневых строительных конструкций;

**представлены** результаты расчета предложенным методом напряженно-деформированного состояния металлического каркаса здания в Социалистической Республике Вьетнам.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** при выполнении численных экспериментов была использована составленная автором вычислительная программа в среде MATLAB. Полученные результаты численных расчетов показали хорошее согласование с аналитическими решениями и с решениями, полученными с помощью верифицированного в РААСН программного комплекса SCAD;

**теория** обоснована применением известных методов и строгих математических подходов строительной механики, вариационного исчисления и метода конечных элементов;

**идея численной реализации базируется** на доказательстве эквивалентности вариационной и дифференциальной постановок задач;

**использованы** математически обоснованные совместные конечные элементы;

**установлено** качественное и количественное соответствие авторских результатов с результатами, полученными известными методами;

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации по теме исследования, верифицированные программно-вычислительные комплексы, правила различных норм: Вьетнама, России, Евросоюза и США.

**Личный вклад соискателя состоит в:** непосредственном участии на всех этапах диссертационного исследования; разработке и численной реализации конечных элементов, для которых узловыми неизвестными являются непосредственно усилия; разработке в среде MATLAB программы для решения задач статики, динамики и устойчивости стержневых строительных конструкций; анализе точности разработанных конечных элементов для модельных задач; получении и анализе результатов для реальной строительной конструкции в Социалистической Республике Вьетнам; подготовке публикаций по результатам исследования.

В ходе защиты диссертации были заданы следующие критические замечания:

1. Есть ли возможность решать в Вашей постановке физически нелинейные задачи механики? Когда матрица податливости зависит от полученных усилий?

2. Вы указали, что основная система метода сил может быть выбрана не единственным образом. Каковы правила выбора основной системы метода сил в методе контурных усилий?

3. Вы в своей работе отыскивали некоторый спектр собственных частот, 4 или 5 значений. А вот для критических нагрузок вы ограничились только первой критической нагрузкой. Поэтому вопрос: нужны ли в задачах устойчивости другие собственные числа, то есть спектр критических нагрузок? И может ли где-то этот спектр использоваться?

4. В таблице 5 Вы с помощью программы SCAD получаете точное решение. Насколько корректно, используя численные методы, говорить о точном решении?

Соискатель Нго Хыу Хиеу ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Такая возможность, как и в методе перемещений, имеется.

2. В нашем подходе выбирать основную систему метода сил и лишние неизвестные не нужно. Предложенный метод сразу позволяет построить матрицу податливости системы.

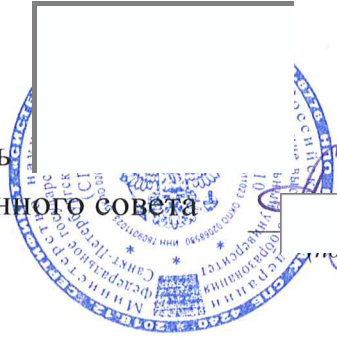
3. В задачах устойчивости практическое значение имеет только первая, то есть, минимальная критическая нагрузка.

4. Разумеется, численное решение всегда имеет приближенный характер. Здесь имеется в виду, что при дальнейшем сгущении сетки конечных элементов первые шесть значащих цифр ответа перестают изменяться.

На заседании 10 июня 2025 диссертационный совет принял решение - за решение научной задачи, связанной с развитием новых вариантов метода сил в форме метода конечных элементов в усилиях для расчета напряженно-деформированного состояния стержневых строительных конструкций, что имеет важное значение для развития строительной отрасли знаний, присудить Нго Хыу Хиеу ученую степень кандидата технических наук.


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 4 докторов наук по специальности 2.1.9. Строительная механика, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 12, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель  
диссертационного совета



  
Черных Александр Григорьевич  
(подпись)

Ученый секретарь  
диссертационного совета

  
(подпись)

Попов Владимир Мирович

10 июня 2025 г.