

Заключение диссертационного совета Д 212.223.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации по диссертации
на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 13 октября 2016 года № 10

О присуждении Талантову Ивану Сергеевичу, гражданину РФ ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Спектрально–численный метод динамического расчета физически нелинейных стержневых систем с выключающимися элементами» по специальности 05.23.17 — Строительная механика принята к защите 30 июня 2016, протокол № 8 диссертационным советом Д 212.223.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства образования и науки 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 февраля 2014 года № 55/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 марта 2014 года №126/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2016 № 590/нк.

Соискатель Талантов Иван Сергеевич, 1989 года рождения, в 2011 году с отличием окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», по специальности «Промышленное и гражданское строительство». С 2011 по 2015 гг. Талантов И.С. обучался в заочной аспирантуре ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» на кафедре строительной механики. В настоящее время работает инженером-проектировщиком в ООО «Тектон».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» на кафедре строительной механики.

Научный руководитель — кандидат технических наук, Бондарев Юрий Владимирович, ООО «Тектон», генеральный директор. В 2015 году являлся совместителем кафедры строительной механики ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» в должности доцента.

Официальные оппоненты:

Уздин Александр Моисеевич, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Теоретическая механика», профессор.

Павлов Андрей Сергеевич, к.т.н., ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет», научно-образовательный центр компьютерного моделирования уникальных зданий, сооружений и комплексов, научный сотрудник,

— дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой сопротивления материалов, д.т.н., профессором Мельниковым Борисом Евгеньевичем, и утвержденном Исполняющим обязанности проректора по научной работе, д.т.н., профессором Ипатовым Олегом Сергеевичем указала, что диссертация Талантова Ивана Сергеевича «представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует пункту 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842. Вопросы, решенные диссертантом в работе, имеют существенное значение для решения важных прикладных задач в области расчета и проектирования зданий и сооружений в условиях аварийных воздействий».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертации общим объемом 3,42 п.л., в том числе 5 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, общим объемом 2,93 п.л., из них лично автору принадлежат 2,615 п.л.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Бондарев, Ю. В. Подходы к решению задачи о внезапном удалении элементов из стержневой системы [Текст] / Ю. В. Бондарев, И. С. Талантов // Вестник гражданских инженеров. — 2014. — № 2 (43). — С. 48-52 (0,63 / 0,315 п.л).

2. Талантов, И. С. Решения задачи о колебаниях одномассовых балок с нелинейной упругой характеристикой, подверженных внезапному удалению связи, методом малого параметра Пуанкаре [Электронный ресурс] / И. С. Талантов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — №5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15187> (дата обращения: 17.03.2016)

3. Талантов, И. С. Комбинированный спектрально-численный подход к решению задачи на внезапное удаление элементов на примере стального структурного покрытия. Часть 1. [Текст] / И. С. Талантов // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2015. — № 3(44). — С. 201-206 (0,75 п.л).

4. Талантов, И. С. Комбинированный спектрально-численный подход к решению задачи на внезапное удаление элементов на примере стального структурного покрытия. Часть 2. [Текст] / И. С. Талантов // Известия Петербургского университета путей сообщения. — 2015. — № 4(45). — С. 136-142 (0,81 п.л.).

5. Талантов, И. С. Динамический расчет систем с выключающимися элементами в процессе колебаний [Текст] / И. С. Талантов // Строительная механика и расчет сооружений. — 2016. — № 1(264). — С. 39-47. (0,74 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВПО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», профессор кафедры «Соппротивление материалов и графика», д.т.н., профессор **Абрамов Лев Михайлович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Своеобразное толкование принципа Д'Аламбера, когда отброшенная связь заменяется силой инерции.
2. Иллюстрированный пример с колеблющейся массой не может быть использован как какое-либо доказательство применения.

2. ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», заведующий кафедрой Строительной механики, д.т.н., профессор **Игнатъев Владимир Александрович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

Самим диссертантом на стр.9 автореферата отмечено, что «способ задания воздействия на поврежденную систему, наиболее точно описывающий факт мгновенного выключения элемента, зависит от взглядов конкретных авторов». Диссертантом не доказано, что принятая им математическая модель физического воздействия на поврежденную систему более точно описывает эффект мгновенного выключения элемента конструкции по сравнению с другими. В данной проблеме только лишь эксперимент может подтвердить или опровергнуть достоверность принятой гипотезы об инициирующем силовом воздействии.

3. ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство», д.т.н., **Кравчук Валерий Андреевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Автор ставит перед собой задачу предложить способы оптимизации расчета на этапе использования спектрального метода и на этапе прямого численного интегрирования, однако из автореферата не до конца ясно, какие конкретно способы применяет автор.
2. В автореферате недостаточно освещены результаты расчета пространственного покрытия павильона. Не представлен иллюстрированный материал, характеризующий формы потери устойчивости элементов пространственной металлической конструкции и позволяющий определить точное расположение элементов, подверженных отказу.

4. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», доцент кафедры строительных конструкций, к.т.н. **Пяткин Павел Алексеевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Отсутствие экспериментальной проверки результатов расчета, хотя бы для простейшей балки.

2. Отсутствие сравнения с расчетами, выполненными на промышленных программных комплексах.

5. ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет", профессор кафедры техносферной безопасности, д.т.н.

Савин Сергей Николаевич.

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. В тексте присутствуют термины, употребление которых может быть истолковано неоднозначно, некоторые формулировки носят «сленговый» характер:

- стр. 5,6,21 – «спектр значимых частот». Существуют общепринятые понятия «амплитудный или фазовый спектры колебаний»;

- стр. 6,14 – «нижнее амплитудное значение». Правильнее было бы говорить об амплитуде колебаний в определенном направлении;

- стр. 8,16 – «собственных форм». Правильнее была бы формулировка «формы собственных колебаний» конструкции или здания;

- стр. 21 – «частота колебаний не должна превышать ускорение нулевого периода». Здесь вообще не ясно, о чем идет речь;

- имеется опечатка в тексте (стр. 25).

2. При формулировке цели, объекта и предмета исследования необходимо понимать, что сама по себе «методика...» не есть цель, а только средство достижения таких качеств конструкции или здания, как живучесть и безопасность. А предмет исследования не может быть сформулирован, как «поведение ...» чего-либо, а должен быть каким-либо параметром «объекта исследования».

3. Из автореферата не ясно, каким образом можно использовать предложенную методику для анализа последствий внезапных отказов при текущих откликах на динамическую нагрузку, например в условиях сейсмического воздействия.

6. ООО «РЕМАРК», главный конструктор, к.т.н. **Самсонов Александр Вячеславович.**

Отзыв положительный, имеется замечание:

В качестве недостатка можно отметить слабую проработку учета геометрической нелинейности, характерной для большепролетных конструкций.

7. ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», профессор кафедры строительной механики, к.т.н., профессор, поч. чл. РААСН **Себешев Владимир Григорьевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. По автореферату трудно понять, как учитывается в расчете неоднократно упоминаемая геометрическая нелинейность (ГН). На с.23 и 25 это понятие соотносится с матрицей жесткости. Если имеется в виду «...изменение формы конструкции...» (с.25) вследствие выключения очередной связи (и даже деформации), то это — конструктивная нелинейность. Интерес может представлять учет ГН в зависимостях «деформации-перемещения» для высокочастотных мод с количественной оценкой влияния этого вида нелинейностей.
2. Полезным было бы отсутствующее в реферате замечание о возможности применения введенной модели иницирующего воздействия в случае выключения связи в точке, где в расчетной схеме нет сосредоточенной массы, и сила инерции не возникает. При этом понятие «изменение реакции системы» следует истолковывать в обобщенном смысле.
3. Представляется терминологически неудачным использование понятия «ускорение» для величины, измеряемой в Гц, в правой части условия (12), где слева – угловая скорость (частота).

8. ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», зав. кафедрой кораблестроения, д.т.н., профессор **Тарануха Николай Алексеевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. В автореферате имеются некоторые неточности в тексте и формулах, например:

- «уменьшение» и «приращение упругой реакции» - это не синонимы (стр. 9 первый абзац);

- произведение коэффициента жесткости на перемещение – это не сила инерции (стр. 10 первый абзац);

- в формуле (1) – масса должна умножаться на ускорение, а не на перемещение.

2. Недостаточно ясно, как учитывается тот факт, что во многих конструкциях потерявшие устойчивость связи могут частично нести нагрузку. Каким образом определяется коэффициент уменьшения жесткости?

3. Достоверность полученных результатов и преимущества предлагаемого алгоритма расчета по сравнению с альтернативными методами желательно было бы подтвердить соответствующими сопоставлениями результатов расчетов.

9. ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», к.т.н. **Чудинов Юрий Николаевич.**

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Применение представленных аналитических решений для экспресс-оценки физически нелинейных систем на внезапное выключение связи ил элемента желательно было бы рассмотреть на примере реальной конструкции, чтобы убедительно показать практическую ценность этой части работы.

2. Программная реализация алгоритма автора выполнена в среде MathCad и сравнение времени счета по аналитическому и численному расчетам, в связи с этим, существенно зависит от степени использования встроенных функций. Преимущество представленных алгоритмов следовало бы продемонстрировать на программе, созданной с использованием полноценного языка программирования.

10. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет», профессор кафедры «Теоретическая механика и сопротивление материалов», д.т.н., профессор **Юрьев Александр Гаврилович.**

Отзыв положительный, имеются замечания:

1. Для расширения применимости представленной программы следует дополнить ее учетом изгибающих усилий в стержнях, а также возможностью введения в расчет конечных элементов другого типа.

2. Коэффициент снижения жесткости, вводимый автором для учета снижения жесткости элемента на сжатие после потери устойчивости, не имеет обратной силы. В некоторых случаях, в таком элементе могут возникнуть растягивающие напряжения уже после потери устойчивости, при этом его жесткость на растяжение будет сравнима с начальной. Использование введенного коэффициента требует серьезной эмпирической базы.

11. ООО «Геотехническое инженерное бюро», главный специалист, к.т.н., доцент **Якушев Борис Эдуардович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

К недостаткам указанной работы, с точки зрения применения в практическом проектировании, можно отнести то, что автором в рамках диссертации описан общий подход и сама суть метода, но программно реализован только частный случай: расчет пространственных шарнирно-стержневых систем. Впрочем, последнее облегчает экспериментальную апробацию предложенного подхода, поскольку, в случае шарнирно-стержневых систем, допускает несложное натурное моделирование. Представляется полезным и интересным, в последующем, поставить подобный эксперимент.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью в этой отрасли науки, большому количеству публикацией по теории расчета зданий и сооружений в условиях экстремальных воздействий и квалификацией, позволяющей определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана научная концепция оптимизации расчетов пространственных стержневых систем в условиях внезапного выключения элементов путем совместного использования двух методов динамического анализа конструкций. Концепция включает в себя систему ограничений (простое напряженное состояние, потеря общей устойчивости трубами при сжатии, отсутствие запаздывания текучести и «проскакивания» первой критической силы) и разработку алгоритма

для практического ее использования при анализе стойкости конструкций к прогрессирующему обрушению.

Предложены разработанные автором: оригинальный способ интерпретации силового воздействия, моделирующего внезапный отказ элемента или связи, способ его использования при решении уравнения движения поврежденных систем; аналитический метод экспресс-оценки последствий выключения элементов в физически нелинейных системах; новый подход, относящийся к категории прямых методов расчета зданий и сооружений на прогрессирующее обрушение. Предложенный метод является комбинацией двух известных динамических методов расчета и позволяет получать точный динамический отклик шарнирно-стержневых систем при сокращении трудоемкости вычислений и одновременной возможности учета физической и геометрической нелинейности.

Доказаны перспективность использования идеи комбинированного спектрально-численного метода в науке и практике расчета пространственных шарнирно-стержневых конструкций, а также перспективы экстраполяции его на строительные конструкции других типов.

Введено понятие «спектрально-численный метод», являющий собой комбинацию двух известных методов динамического расчета: разложение по собственным формам и прямое численное интегрирование.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Доказаны: новая методика выбора типа инициирующего воздействия на конструкцию при внезапном выключении элемента, методика анализа шарнирно-стержневых систем в условиях аварийного выключения элементов и связей.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован широкий набор базовых методов исследования: аналитических и численных, современных методов теории упругости и пластичности, строительной механики, теории сейсмостойкости.

Изложены достоинства предложенного спектрально-численного метода, расширяющего набор методов динамического анализа строительных конструкций

Раскрыт новый эффект уменьшения влияния динамики (размаха колебаний) в системах, подверженных последовательному выключению элементов на фоне снижения общей жесткости системы.

Изучены условия проявления гашения колебаний в системах с выключающимися элементами.

Проведена модернизация существующих математических моделей, описывающих последовательное выключение элементов в движущихся системах.

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

Разработаны и внедрены спектрально-численный метод и его программная реализация для проведения расчетов конструкций на прогрессирующее обрушение, а также аналитический метод экспресс-оценки последствий выключения элемента. Справка о внедрении результатов диссертационной работы выдана ЗАО «ЭРКОН».

Определены перспективы дальнейшего использования предложенной теории: работа является дальнейшим развитием и качественным усовершенствованием теории живучести зданий. Программная реализация разработанного спектрально-численного метода может применяться в проектных организациях для анализа стойкости шарнирно-стержневых конструкций к прогрессирующему обрушению, а в случае дальнейшего усовершенствования, например, учета сложного напряженного состояния — и для анализа конструкций других типов.

Создана система практических рекомендаций по использованию предложенного метода в инженерной практике.

Представлены рекомендации по дальнейшему совершенствованию идей диссертации для расширения применимости в реальном проектировании.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для экспериментальных работ — параметры, которые нужно измерять в экспериментах, для подтверждения положений предлагаемого метода.

Теория построена на известных и апробированных методах строительной механики и теории упругости и пластичности.

Идея базируется на анализе существующих методик и научных разработок в области защиты зданий от прогрессирующего обрушения.

Использованы сравнения решений, полученных в диссертации, с решениями других авторов, полученными для стержневых пространственных моделей покрытий.

Установлено, что полученные автором результаты имеют научное и практическое значение для исследования поведения шарнирно-стержневых систем с выключающимися элементами, совпадают с результатами, представленными в независимых источниках, а также обладают необходимой научной новизной.

Использованы современные методы сбора, поиска и обработки литературных источников по теме исследования, в том числе зарубежных.

Личный вклад соискателя состоит в получении результатов, содержащих элементы научной новизны, при выполнении диссертационной работы. Подготовке публикаций по выполненной работе, апробации результатов работы в ходе обсуждения на международных конференциях и семинарах кафедры, а также при оценке стойкости покрытия павильона №5а ОАО ЛЕНЭКСПО к развитию прогрессирующего обрушения. Все основные идеи, выдвинутые в диссертации, получены автором лично.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.17 — Строительная механика, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени кандидата технических наук Талантову Ивану Сергеевичу: за — 14, против — нет, недействительных бюллетеней — нет.

На основании тайного голосования 13 октября 2016г. диссертационный совет принял решение присудить Талантову Ивану Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

Диссертация Талантова Ивана Сергеевича соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842.

В диссертационной работе Талантова Ивана Сергеевича на соискание ученой степени **кандидата** наук отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Диссертация Талантова Ивана Сергеевича на соискание ученой степени **кандидата** наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, связанной с разработкой оригинального метода динамического расчета физически нелинейных стержневых систем с выключающимися элементами, имеющей значение для развития современной строительной механики.

Председатель
диссертационного

В. И. Морозов

Ученый секретарь
диссертационного совета

Л.Н. Кондратьева

13 октября 2016г.