

**Заключение диссертационного совета Д 212.223.03, 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 10.06.2021_№ 21

О присуждении Прокоповичу Сергею Владимировичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Моделирование воздействий для оценки сейсмостойкости сооружений» по специальности 05.23.17 – Строительная механика принята к защите 06 апреля 2021 года (протокол заседания № 13) диссертационным советом Д 212.223.03, 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 02.11.2012 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.

Соискатель Прокопович Сергей Владимирович, 1994 года рождения.

В 2017 году соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по

специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», с присуждением квалификации «Инженер путей сообщения». С 2017 года по настоящее время соискатель обучается в очной аспирантуре ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» по образовательной программе «Строительная механика».

Работает инженером в испытательной лаборатории «Механическая лаборатория им. проф. Н.А. Белелюбского» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Федеральное агентство железнодорожного транспорта.

Диссертация выполнена на кафедре «Механика и прочность материалов и конструкций» в ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Федеральное агентство железнодорожного транспорта.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Уздин Александр Моисеевич, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I», кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций», профессор;

Официальные оппоненты:

Заалишвили Владислав Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, Геофизический институт – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», директор;

Островская Надежда Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра строительной механики, доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация АО «Научно-исследовательский центр «Строительство», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Смирновой Любовью Николаевной (кандидат технических наук, доцент, учёный секретарь, доцент кафедры «Строительные сооружения, конструкции и материалы») и утверждённом Звездовым Андреем Ивановичем (доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по научной работе) указала, что диссертационная работа Прокоповича С.В. на тему: «Моделирование воздействий для оценки сейсмостойкости сооружений», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - Строительная механика полностью соответствует требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении учёных степеней (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Прокопович Сергей Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 - Строительная механика.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ.

Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещён на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии и приравненные к ним:

1. Прокопович С.В. Абсолютная кумулятивная скорость как показатель силы землетрясения // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2019. - №5. - С. 41-44.

2. Прокопович С.В. Оценка зависимости энергетических характеристик сейсмического воздействия от его преобладающего периода // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2018. - №4. - С. 50-55.

3. Ivanova, T.V., Guan J., Nesterova, O.P., Prokopovich, S.V., Smirnova, L.N., Uzdin A.M., Ivashintzov, D.A. Modeling the design seismic input in conditions of limiting seismological information [Моделирование расчётного сейсмического воздействия в условиях ограниченной сейсмологической информации]. Инженерно-строительный журнал. - 2017. - №7 (75). - С. 129-138.

4. Смирнова Л.Н., Уздин А.М., Прокопович С.В. Уточнение модели сейсмического воздействия для статистического моделирования работы конструкций // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2018. - №3. - С. 24-31.

5. Уздин А.М., Смирнова Л.Н., Сорокина Г.В., Абакаров А.Д., Зайнулабидова Х.Р., Прокопович С.В. Статистическое моделирование сейсмических воздействий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2019. - №5. - С. 19-27.

6. Уздин А.М., Сибуль Г.А., Прокопович С.В., Долгая А.А. Энергетическая характеристика силы сейсмического воздействия // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. - 2020. - №2 (45). - С. 18-23.

Патенты, базы данных и программы для ЭВМ, имеющие госрегистрацию:

7. Уздин А.М., Прокопович С.В., Арещенко Т.С., Фролова Е.Д., Сабирова О.Б. Программа определения пиковых ускорений сейсмического воздействия. РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2018664350 от 19.10.2018.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science:

8. Uzdin A., Prokopovich S. Some principles of generating seismic input for calculating structures // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. – Vol. 157. – p. 06021.

Статьи, опубликованные в прочих изданиях:

9. Прокопович С.В., Уздин А.М. Оценка зависимости интенсивности по Ариасу от преобладающего периода сейсмического воздействия //

Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. - 2018. - №3 (34). - С. 27-30.

10. Уздин А.М., Назарова Ш.Ш., Прокопович С.В., Румянцева Д.А. Еще раз о задании расчетного сейсмического воздействия // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. - 2019. - №6 (43). - С. 39-44.

11. Уздин А.М., Назарова Ш.Ш., Прокопович С.В., Акбиев Р.Т. Проектное землетрясение: обоснование, параметры, особенности применения при расчетах сооружений // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. - 2019. - №3 (40). - С. 40-45.

12. Сабирова О.Б., Фролова Е.Д., Арещенко Т.С., Прокопович С.В., Уздин А.М. Задание коэффициентов сочетаний при многоуровневом проектировании сейсмостойких конструкций // Сборник трудов LXXXIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - СПб: ПГУПС, 2019. - С. 272-275.

13. Арещенко Т.С., Прокопович С.В., Сабирова О.Б., Фролова Е.Д. Задание уровня сейсмического воздействия для оценки сейсмостойкости сооружений при многоуровневом проектировании // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. - 2018. - №4 (35). - С. 25-27.

14. Уздин А.М., Нестерова О.П., Прокопович С.В., Долгая А.А., Чанг Ю., Гуань Ю., Ван Х. Моделирование сейсмических воздействий для динамического расчета зданий и сооружений // Содружество. - 2017. - №20. - С. 59-66.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ОАО «Трансмост», начальник группы «Сектор разработки программных средств», кандидат технических наук, **Фрезе Максим Владимирович.**

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Предложения автора основаны на анализе 9-балльных землетрясений. Не очень ясно, как переходить к расчётам при сейсмичности 7 и 8 баллов.
- Программу генерации воздействия следовало бы довести до рабочего состояния для широкого практического использования.

2. ФГБОУ ВО "Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова", заведующий кафедрой "Строительные конструкции", д.т.н., профессор, академик МАНЭБ **Мажиев Хасан Нажоевич**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Аналогичные исследования, но на более простой модели и на базе 8-балльных воздействий выполнила ранее к.т.н. А.А. Долгая. Хотелось бы увидеть сопоставление полученных результатов.
- Коэффициент гармоничности на рисунке 2 автореферата становится меньше 1. Как это объясняет автор?

3. АО "НИИ мостов", заведующий отделом испытания мостов и конструкций, кандидат технических наук, доцент **Кондратов Валерий Владимирович**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Автор использует при генерации воздействия три энергетических параметра: интенсивность по Ариасу, абсолютную кумулятивную скорость, плотность сейсмической энергии. Как задавать весовые коэффициенты для указанных энергетических параметров в автореферате не поясняется.
- Генерация воздействия производится автором с использованием видеокарты. Следует указать требования к видеокarte, допускающие реализацию предложений автора.
- В уравнении 4 минимальная величина коэффициента неупругого сопротивления для металлических и монолитных железобетонных конструкций принимается равной 0,05. При этом в СП 453.1325800.2019 для расчёта искусственных сооружений на высокоскоростных железнодорожных магистралях величину данного коэффициента рекомендуется принимать меньше 0,05. Желательно обосновать назначение указанных в автореферате величин неупругого сопротивления.

4. СК Стройкомплекс-5, генеральный директор **Шульман Станислав Александрович**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Автор считает опасную модель резонансной. Как быть с существенно нелинейными системами, у которых нет четко выраженного резонанса.
- Программа автора хорошо считает далеко не на всех видеокартах. Надо оговорить требования к карте.

5. АО "Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь **Иванова Татьяна Викторовна**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Реализация методики автора на видеокарте требует пояснений. В автореферате не раскрыто, рассматривались ли альтернативные технологии, почему была выбрана упомянутая в автореферате технология CUDA, в чем ее преимущества и возможные ограничения. Следует уточнить требования к вычислительному оборудованию, необходимому для применения разработанной автором методики и программы.
- В автореферате имеются отдельные опечатки. В выводе 3 вместо символа χ попала буква «с», что бросается в глаза. Говоря о преобладающем периоде воздействия, следует указывать, о чем идет речь. На акселерограмме и сейсмограмме они разные.

6. АО «Институт Гипростроймост Санкт-Петербург», к.т.н., начальник расчетного отдела **Гузеев Роман Николаевич**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- В работе недостаточно уделено внимания сравнению методов, используемых в отечественной и зарубежной проектной практике проектирования сейсмостойких конструкций с предлагаемыми в работе подходами к заданию сейсмического воздействия.

7. ФГКВОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-морского флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова» МО РФ, старший преподаватель кафедр математики, к.ф.-м.н., **Федорова Мария Юрьевна**.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- С математической точки зрения автор анализирует устойчивость решения дифференциального уравнения по отношению к параметрам воздействия. Его модель имеет более простое представление, чем предлагаемое воздействие. Но предлагаемая модель сложнее, чем использованные ранее модели, например, А.А. Долгой. Насколько оправдано предлагаемое усложнение модели?
- Автор сравнивает опасность воздействия на одномассовом осцилляторе. Как быть с системами, у которых несколько опасных частот, например, при расчёте динамического гасителя колебаний, имеющего две близких частоты с близкими вкладами в расчётную нагрузку.

8. СКАД Софт, главный научный сотрудник, доктор технических наук, иностранный член РААСН, **Перельмутер Анатолий Викторович.**

Отзыв положительный. Имеются замечания:

- Формула (1) автореферата содержит ошибки – в числителе вместо одного из максимальных смещений должно присутствовать максимальное ускорение, а в знаменателе максимальную скорость следует принимать в квадрате.
- Результаты тестирования по акселерограммам имеющимся в базе данных, которые представлены на рисунках 4-6 автореферата, следовало бы прокомментировать, особенно в связи с различными показателями тестирования по спектру абсолютных ускорений и по спектрам повреждаемости и RFW, где спектры сгенерированного воздействия имеют заметно меньшую ширину. Является ли это достоинством сгенерированного воздействия или же это неизбежная плата за упрощения?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их большим практическим опытом и широкой известностью в научной и образовательной средах, компетентностью в области динамики, сейсмологии и сейсмостойкости сооружений, 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:

разработана отличающаяся новизной методика синтеза расчётных акселерограмм для расчёта и проектирования сейсмостойких конструкций. Методика использует основные принципы строительной механики, теорию вероятности и статистику, а также инструменты математического анализа;

предложены две новые спектральные характеристики воздействия – спектр работ сил пластического деформирования и спектр повреждаемости, что позволяет подобрать наиболее опасное для расчётной модели воздействие;

доказаны возможность широкого применения синтезированных моделей сейсмического воздействия для оценки сейсмостойкости сооружений, а также необходимость учёта различных характеристик сейсмического воздействия при задании разных уровней землетрясения. Автор констатировал, что при задании проектного землетрясения необходимо задавать кинематические характеристики воздействия. Это обуславливается тем, что в такой ситуации штатная работа сооружения не должна быть нарушена, а это, в свою очередь связано с недопустимостью перехода конструкций сооружения в пластическую стадию. В то время как для задания максимального расчётного землетрясения проектировщик должен пользоваться энергетическими характеристиками воздействия, так как они связаны с энергией, необходимой для обрушения конструкции;

введены критерии выбора воздействия на основе использования пиковых ускорений и энергетических спектров.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность построения простой аналитической модели сейсмического воздействия, учитывающей свойства реальных воздействий и предельные состояния рассчитываемой конструкции;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы принципы задания расчётных воздействий, предложенные ещё в начале 20-го века Герсевановым Н.М.; при моделировании акселерограмм

использованы современные аппаратные возможности ПК, а именно вычисления на видеокarte;

изложены алгоритм задания расчётного воздействия, а также основные выводы, полученные в результате исследования величин характеристик сейсмического воздействия;

раскрыты недостатки использованных ранее моделей сейсмического воздействия и подходов к заданию расчётного сейсмического воздействия;

изучено влияние величин характеристик воздействия на его опасность для проектируемого сооружения, акселерограммы известных землетрясений (база 9-балльных землетрясений) и существующие модели сейсмического воздействия;

проведена модернизация динамического метода расчёта сооружений в части задания входного воздействия.

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

разработана и внедрена методика моделирования расчётного воздействия. Внедрение подтверждается справкой о внедрении №078//20-09-М/01 от 07.11.2020, выданой ООО «Стройкомплекс-5»;

определены пределы и перспективы использования разработанной методики. Методика позволяет задать расчётное сейсмическое воздействие на этапе предварительного проектирования, при типовом проектировании, а также в тех случаях, когда стоимость сейсмологических изысканий экономически не обоснована, то есть при строительстве малых сооружений;

созданы программа определения пиковых ускорений и программа генерации воздействия в виде 12-параметрической модели, при этом программа реализована на видеокarte ЭВМ;

представлены рекомендации для задания расчётного воздействия при разных уровнях проектирования: под проектное землетрясение и максимальное расчётное землетрясение.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ методика базируется на натуральных данных прошлых землетрясений и использует базу данных, разработанную китайскими и российскими специалистами;

теория построена с использованием достоверной базы данных землетрясений и согласуется с опубликованными работами исследователей США и Европы;

идея базируется на анализе существующих методов расчёта сооружений, в частности, методов задания расчётного сейсмического воздействия;

использованы работы Н.М. Герсевича, Н.С. Стрелецкого, А.А. Гвоздева, О.А. Савинова, В.И. Сливкера, А.В. Перельмутера, И.И. Гольденבלата и других выдающихся специалистов в области расчета сооружений, а также работы А.Д. Абакарова, И.Л. Корчинского, М.Ф. Барштейна, В.В. Болотина, А.А. Петрова, Ш.Г. Напетваридзе, О.А. Савинова, Т.А. Белаш, И.У. Альберта, С.В. Елизарова, Г.В. Давыдовой, занимавшихся и занимающихся проблемами теории сейсмостойкости в настоящее время;

установлено качественное и количественное согласие авторских результатов с существующими статистическими данными об интенсивности сейсмических воздействий;

использованы современные данные по сильным землетрясениям, а также современные аппаратные и программные средства для анализа полученных данных.

Личный вклад соискателя состоит в: осуществлении литературного обзора; выполненном анализе величин характеристик сейсмического воздействия и их статистической оценке; сравнении существующих моделей воздействия и их сопоставление с записями реальных землетрясений; разработке методики моделирования расчётного воздействия на основании выполненного статистического анализа и регламентирующих правил многоуровневого проектирования; предложении спектров работ сил пластического деформирования и спектров повреждаемости (эта часть работы выполнена совместно с аспиранткой ФГБОУ ВО ПГУПС им. Александра I Назаровой Ш.Ш.).

На заседании 10 июня 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Прокоповичу С.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали за присуждение ученой степени кандидата технических наук Прокоповичу Сергею Владимировичу: за – 15, против – нет, воздержались – нет.

Председатель
диссертационного совета
Д 212.223.03
д.т.н., профессор



Морозов Валерий Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.223.03
к.т.н., доцент



Попов Владимир Мирович

10 июня 2021 г.