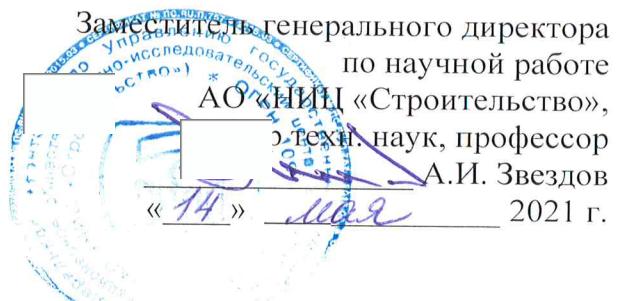


«УТВЕРЖДАЮ»



ОТЗЫВ

ведущей организации
 акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство»
 на диссертационную работу **Прокоповича Сергея Владимировича**
«Моделирование воздействий для оценки сейсмостойкости сооружений»,
 представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
 по специальности 05.23.17 – Строительная механика

Диссертационная работа посвящена разработке модели сейсмического воздействия в виде колебательного процесса и импульса скорости, основанной на выполненном анализе характеристик воздействия, и назначению характеристик воздействия при его моделировании.

Работа изложена на 137 страницах, из них 122 страницы основного текста, включая 60 рисунков и 15 таблиц. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Библиографический список включает 174 позиции, в том числе 45 зарубежных.

Актуальность темы диссертации определяется тем, что в настоящее время в мировой практике сейсмостойкого строительства вопросу проведения динамических расчетов сооружений с использованием акселерограмм землетрясений уделяется значительное внимание. Данные расчеты необходимо проводить при проектировании зданий с системами сейсмогашения и сейсмоизоляции, при расчете высотных и уникальных зданий и сооружений, больших мостов и других ответственных объектов, при оценке повреждаемости сооружений и т. д. В случае перехода к многоуровневому проектированию, при котором необходимым условием является проведение расчетов на действие землетрясений различной силы и повторяемости, роль динамических расчетов существенно возрастает.

До настоящего времени отсутствует приемлемое решение основной задачи динамического расчета, заключающейся в задании расчетного

воздействия, а сложившиеся к данному моменту подходы к обозначенной проблеме могут приводить к принятию ошибочных решений.

Таким образом, имеется основание утверждать, что научная задача, поставленная в диссертации, является актуальной.

Во введении сформулирована проблема, представлена степень её разработанности, представлено обоснование актуальности темы диссертации, приведены цель и задачи работы, описаны объект и предмет исследования, обозначена научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы.

В первой главе приведен анализ состояния исследуемого вопроса. Изучены основные этапы становления теории сейсмостойкости. Для реализации системного подхода, а именно учёта недостатков и достоинств существующих методов при разработке нового метода моделирования воздействия рассмотрены статьи и работы, посвящённые данному вопросу. Проанализированы требования существующих норм разных стран мира к заданию расчётного сейсмического воздействия.

В второй главе приведена оценка характеристик сейсмического воздействия, выделено три типа характеристик: кинематические, спектральные и энергетические. При их анализе автор использовал базу 9-балльных воздействий, содержащую записи 93 акселерограмм, собранных российскими и китайскими специалистами.

В третьей главе рассмотрена разработка методики задания уровня сейсмического воздействия в зависимости от сейсмичности площадки строительства и ответственности сооружения и его динамических характеристик. Уровень воздействия задается исходя из вероятности его возможного превышения на площадке строительства за расчетный срок службы сооружения. Сейсмическая опасность территории определяется в соответствии с картами общего сейсмического районирования (ОСР). Пиковое ускорение связывается с расчетной балльностью в соответствии с положениями ГОСТ Р 57546-2017 «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности». Дополнительно к величине расчетного ускорения вводится поправка, учитывающая спектральный состав воздействия. Для реализации методики разработано программное обеспечение, зарегистрированное в базе данных ФИПС «Программы для ЭВМ с 2013 года».

В четвертой главе разработаны рекомендации по моделированию сейсмических воздействий, применяемых в случае многоуровневого проектирования. Предложено моделирование воздействия в виде суммы

осциллирующего процесса и импульса скорости. Процесс описывается с помощью 13 неопределенных параметров, которые назначаются так, чтобы обеспечить соответствие основных параметров расчетного воздействия аналогичными параметрами реальных акселерограмм. Соответствие параметров определяется с некоторыми заданными весовыми коэффициентами. Эти коэффициенты позволяют увязать воздействие и соответствующее предельное состояние. Также отмечается разное влияние кинематических и энергетических характеристик при разных уровнях воздействия.

В заключении приведены итоги выполненных исследований, сформулированы общие выводы диссертации.

Конкретное личное участие автора в получении результатов диссертации. Автором лично разработана универсальная модель сейсмического воздействия, ориентированная на расчёт проектируемого сооружения. Универсальность модели заключается в том, что она пригодна для расчета как упругих, так и упругопластических конструкций, при этом ориентация модели на возможное предельное состояние осуществляется соответствующим подбором весовых коэффициентов. В рамках предлагаемой модели легко учитывается ответственность сооружения путём соответствующего назначения характеристик модели (пиковое ускорение основания, интенсивность по Ариасу, коэффициент гармоничности и др.) с заданной вероятностью их превышения. Предложенная модель удобна для типового проектирования. Проведён ряд сопоставительных расчетов с применением известных аналитических решений других авторов.

В основе работы лежат методы динамики сооружений, строительной механики, математической статистики, а также методы математического моделирования сейсмических колебаний на ПК. **Достоверность основных положений и выводов по работе** достигается сопоставлением полученных результатов с имеющимся опытом прошлых землетрясений и данными других исследований, выполненных авторитетными отечественными авторами по отдельным вопросам, рассмотренным в диссертации.

Новизна полученных результатов исследования заключается в следующем:

1. Установлены основные характеристики землетрясений и получены оценки этих характеристик для моделирования сейсмических воздействий; предложены новые характеристики для оценки степени опасности сейсмического воздействия.

2. Разработана методика задания расчетного уровня сейсмического воздействия с учетом сейсмической опасности территории и срока службы сооружения для проведения расчетов на разные уровни воздействия.

3. Реализована новая модель расчетной акселерограммы, соответствующей по характеристикам реальным сейсмическим воздействиям и учитывающей ожидаемые предельные состояния рассчитываемой конструкции.

Научная значимость работы и рекомендации по использованию её результатов и выводов. Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в том, что выполнены анализ и оценка характеристик сейсмического воздействия с точки зрения задач сейсмостойкого строительства, а также выполнен подробный сравнительный анализ существующих моделей сейсмического воздействия.

В результате выполненных исследований разработана универсальная модель сейсмического воздействия, ориентированная на расчёт проектируемого сооружения. Универсальность модели состоит в том, что она пригодна для расчёта как упругих, так и упругопластических конструкций, при этом ориентация модели на возможное предельное состояние осуществляется соответствующим подбором весовых коэффициентов. В рамках предлагаемой модели легко учитывается ответственность сооружения путём соответствующего назначения характеристик модели (пиковое ускорение основания, интенсивность по Ариасу, коэффициент гармоничности и др.) с заданной вероятностью их превышения. Важным при этом является удобство применения предложенной модели при типовом проектировании.

Практическая значимость работы заключается в том, что её результаты дают возможность выполнять оценку сейсмостойкости сооружений, когда сейсмологическая информация на площадке строительства ограничена или отсутствует. Предложенную Прокоповичем С. В. методику можно применять при оценке сейсмостойкости сооружения в условиях ограниченной информации о сейсмическом воздействии на площадке строительства, а также при разработке типовых проектов, когда площадка строительства не определена.

Замечания по диссертационной работе:

1. Автор предлагает задавать частоты воздействия опасными для сооружения. Если для проектного землетрясения эти частоты равны резонансным для сооружения, то при максимальном расчётном

землетрясении частоты будут меняться по мере накопления повреждений. Как следует поступать в этом случае?

2. Не ясно, как выбирать воздействие для сооружений, у которых разрушение элементов происходит по разным формам колебаний, т.е. на разных частотах.

3. Автор усовершенствовал методику А. А. Долгой, перейдя от 6-параметрической модели к 13-параметрической, при этом соответственно качественно возросли затраты на генерацию воздействия. Возможность применения программы требует достаточно мощных ПК. В связи с этим возникает очевидный вопрос: Какой эффект получил автор, на сколько его модель воздействия отличается по результату от модели А. А. Долгой?

4. Автор проанализировал много параметров реальных воздействий. В работе даны рекомендации для моделирования проектного и максимального расчетного землетрясений. При максимальном расчётном землетрясении важными становятся энергетические критерии, причем, их несколько: интенсивность по Ариасу, абсолютная кумулятивная скорость, плотность сейсмической энергии. Какому из этих показателей отдавать предпочтение и почему? В работе этот вопрос опущен.

5. Работа содержит упоминания 4 программных продуктов. Один из них (вычисление пиковых ускорений основания) сдан в Российский фонд программных средств. Соискатель является соавтором программы, но у нее 4 автора. Другие программные средства упоминаются в соавторстве диссертанта с другими авторами. Для оценки личного вклада автора следовало бы указать долю участия автора в разработке этих программных продуктов.

6. В работе автором для описания расчетного воздействия используются две новые спектральные характеристики сейсмического воздействия, а именно спектр работы сил пластического деформирования и спектр повреждаемости. В постановке, принятой в диссертации, автор предусматривает вычисление их параметров при представлении колебаний сооружения как системы с одной степенью свободы с текущим периодом, соответствующим первой форме колебаний сооружения. Такое представление приемлемо для сооружений, в которых вклад колебаний при сейсмическом воздействии по первой форме является основным.

Но для некоторых сооружений вклад соответствующих колебаний по более высоким формам является существенным (например, для высоких дымовых труб, мачт, высоких зданий или зданий, в которых возможны значительные крутильные колебания). Из текста диссертационной работы не

понятно, учитывается ли это в своей методике? По нашему мнению, предлагаемая методика должна это учитывать.

7. На стр. 57 диссертации делается вывод, что «...Как видно из приведенных рисунков, рассматриваемые системы с принятыми характеристиками повреждений должны переносить Бухарестское землетрясение без повреждений, а при Табассском землетрясении все сооружения с периодами в диапазоне от 0,05 до 1 с будут разрушены...». Данный вывод является сомнительным, так как в результате Карпатского землетрясения обрушилось или получило очень большие повреждения много жилых, общественных и промышленных зданий. Большинство указанных зданий было старой постройки без надлежащих антисейсмических усилий, но к моменту землетрясения и многие современные здания, имеющие антисейсмические усиления, были серьезно повреждены, в частности в центральной части Бухареста «современные» жилые здания высотой 10-14 этажей. Также необходимо отметить, что произошло полное обрушение нескольких высоких кирпичных дымовых труб, многие получили сильные повреждения. Обрушилось несколько высоких железобетонных водонапорных башен. Можно предположить, что данное несоответствие с утверждением автора диссертации может объясняться в том числе и соображениями, приведенными в замечании 6.

8. По тексту диссертации и автореферата имеется незначительное количество опечаток.

Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях.

Заключение. Работа является законченным исследованием и выполнена автором самостоятельно на высоком современном научном уровне. Работа изложена хорошим литературным языком. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, пояснений, рисунков, графиков, примеров и подробных расчетов. По каждой главе и работе в целом имеются выводы. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

По результатам исследований по теме диссертационной работы автором опубликовано 13 научных статей в профильных научных журналах, 6 из которых входят в перечень рекомендуемых ВАК РФ. Написанная в соответствии с предлагаемой моделью сейсмического воздействия «Программа определения пиковых ускорений сейсмического воздействия» имеет авторское свидетельство № 2018664350 от 19.10.2018.

Диссертационная работа Прокоповича С. В. «Моделирование воздействий для оценки сейсмостойкости сооружений» в целом является самостоятельно выполненной на высоком уровне законченной научно-квалификационной работой, в которой дано решение актуальной задачи по выполнению динамических расчетов сооружений по акселерограммам землетрясений, имеющей существенное значение для рассматриваемой отрасли технической науки.

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. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Прокопович Сергей Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Диссертация, автореферат на диссертацию и отзыв на диссертацию Прокоповича С. В. на тему «Моделирование воздействий для оценки сейсмостойкости сооружений» рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании научно-технического совета секции «Сейсмостойкость сооружений» акционерного общества «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»), протокол № 1/21 от «13» мая 2021 г.

Результаты голосования «за» – 24 , «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Учёный секретарь
канд. техн. наук, доцент кафедры
«Строительные сооружения,
конструкции и материалы»

Смирнова Любовь Николаевна

14.05.2021г.

Сведения о ведущей организации:

Акционерное общество «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство»)

Юридический адрес: 141367, Московская область, Сергиево-Посадский район, город Сергиев Посад, пос. Загорские Дали, д.6-11

Почтовый адрес: 109428, Москва, ул. 2-я Институтская, д.6
Телефон: +7(495) 602-0070
e-mail: inf@cstroy.ru
Официальный сайт: <http://www.cstroy.ru/>

Заверено:



AB Ильин

(Ф.И.О. заверяющего)