

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 19003
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21
E-mail: dou@pgups.edu, <http://www.pgups.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
работе д.т.н., профессор
Т.С. Титова



2017 г

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Чаускина Андрея Юрьевича:

**«ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ МОНОЛИТНОГО
ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
МАКСИМАЛЬНОГО РАСЧЁТНОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ»,**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.23.17 – Строительная механика

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

Землетрясения занимают первое место в мире по числу человеческих жертв и второе (после наводнений) по причиняемому ущербу. Вопросам теории сейсмостойкости посвящено огромное число работ. Тем не менее, к настоящему времени только складываются основополагающие подходы к сейсмостойкому строительству, основанные на принципах многоуровневого проектирования и заданных параметрах предельных состояний. Среди круга задач, стоящих при обосновании сейсмостойкости сооружений, одной из важнейших является оценка надежности сооружения при многоуровневом проектировании. Автор рассмотрел наиболее сложный вопрос оценки надежности при расчете сооружения на действие максимального расчетного землетрясения (МРЗ).

Научная новизна. С нашей точки зрения соискателем следующие новые результаты

- 1) Показана возможность и реализовано статистическое моделирование работы железобетонной конструкции за пределами упругости при стохастическом поличастотном возмущении
- 2) Предложен новый критерий отказа при сильных воздействиях, основанный на снижении периода колебаний основного тона сооружений в процессе накопления повреждений
- 3) Разработана методика реализации расчетов железобетонных конструкций за пределами упругости на основе программного комплекса, Abaqus.
- 4) Разработаны инженерные методы оценки надежности рассматриваемой системы путем ее линеаризации

Рассмотрение содержания диссертации

Прежде всего, хотелось бы высказать общее впечатление о диссертации. Необходимо отметить, что полная постановка задачи, на решение которой претендует автор, совершенно не выполнима одним человеком. Если аккуратно разобрать каждую из поставленных автором задач, то получится несколько докторских диссертаций. Создается впечатление, что автор хотел оконтурить всю задачу целиком в ущерб деталям. С одной стороны это плюс работы. Всегда хорошо видеть задачу целиком. С другой стороны автор создал себе массу проблем. По теме написано не сотни, а тысячи статей. У диссертанта не было возможности просмотреть достаточное количество работ. По целому ряду частных вопросов в работе заложены эмпирические или устаревшие решения. Соответственно диссертант может получить много замечаний, что усложняет защиту. В любом случае нам представляется, что корректировка отдельных посылок работы не нарушает ее архитектуры в целом, что учтено нами при положительной оценке работы.

Рецензируемая работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы (103 наименований, в том числе – 26 на

иностранных языках), приложения с копиями актов внедрения работы, 182 формул, 85 рисунков и 22 таблицы.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации идается краткий обзор выполненных по рассматриваемому вопросу исследований.

В первой главе диссертации ставится задача исследований. Для этого проанализированы основные проблемы, возникающие при расчете сооружений на сильные сейсмические воздействия. В целом, материалы главы не вызывают возражений, однако в описании методов анализа сейсмостойкости вовсе отсутствует описание энергетических методов, которые играют принципиальную роль в оценке сейсмостойкости сооружений при сильных воздействиях.

Во второй главе осуществляется выбор расчетной модели случайного воздействия. Вообще описательная часть главы не вызывает возражений, однако после прочтения остаются вопросы. Неясно, зачем автору понадобилось моделировать сейсмограммы. В правой части уравнений движения стоят акселерограммы воздействия. Так же из представленного материала не ясно, какие параметры реального воздействия и как учитываются в используемой модели. Ответ на эти вопросы позволяет характеризовать результаты исследований как новые. Записанные же в главе представления достаточно хорошо известны.

В третьей главе приведен результаты исследований автора по вопросам моделирования железобетона. Авторы отзыва не являются специалистами в области железобетона. Материал, представленный автором, выглядит достаточно убедительно и красиво. Возможность реализовать принятую модель в ППП Abaqus открывает большие возможности для моделирования работы конструкций. Вместе с тем в литературе имеются десятки моделей моделирования нелинейной работы железобетона от простейших (диаграмма Прандтля, диаграмма с упрочнением, модель Кирикова с историей нагружения) до сложных, в которых отдельно моделируется арматура и бетон, и записываются условия их взаимодействия на контакте. Хорошо бы было упомянуть часть этих моделей и обосновать свой выбор.

Четвертая глава посвящена непосредственно методам учета нелинейности при статистическом моделировании сейсмических колебаний. Автор пользуется мощным программным средством – ППП Abaqus. Этот раздел сосредоточен на технике вычислений и не вызывает вопросов. Интерпретация результатов так же не вызывает сомнений. Новым с точки зрения исследования поведения системы является анализ изменения частоты собственных колебаний в процессе накопления повреждений.

Пятая глава посвящена методике вероятностного расчёта нелинейных стационарных систем на действие сейсмической нагрузки. Анализ проведен классическими методами, а отказ оценивался по величине стандарта перемещений системы. Для предварительного анализа такой подход вполне приемлем, хотя для принятия грамотного решения об усилении здания он не достаточен.

Практическая значимость. Исследования охватывают широкий круг вопросов. Полученные результаты могут быть использованы для тестирования существующих норм и правил проектирования сейсмостойких конструкций и для прогнозов при принятии решений об антисейсмическом усилении сооружений. Моделирование работы железобетона за пределами упругости можно использовать при расчетах различных конструкций на сейсмостойкость. Наконец, доработанные предложения по моделям поличастотного воздействия можно использовать в задачах статистического моделирования работы сооружений. Хотелось бы отметить, что наибольшее значение работа соискателя может иметь для эксплуатируемых сооружений.

Достоверность результатов достигается применением современных апробированных численных методов расчета, использованием в решениях гипотез, принятых в механике деформируемого твердого тела, строительной механике и теории надежности строительных конструкций, сравнением полученных результатов с экспериментальными данными и имеющимися аналитическими решениями. Результаты диссертанта согласуются с опытом прошлых землетрясений.

По работе имеются следующие замечания.

- 1) Как уже отмечалось, тема диссертации очень сложная и многообразная. Стремясь описать проблему в целом, диссертант опустил ряд важных деталей. Из них необходимо отметить, что диссертант, занимаясь проблемой разрушения тел при циклических нагрузках, сумел вовсе опустить литературу по этому вопросу. Есть широко известные монографии «Москвитин В.В. Циклические нагрузжения элементов конструкций. М., Наука, 1981», «Гольденблат И.И., Николаенко Н.А., Поляков С.В., Ульянов С.В. Модели сейсмостойкости сооружений//М., Стройиздат, 1979». Вопрос излагается студентам ВУЗов и изложен в учебниках и учебных пособиях специальности ПГС «Уздин А.М., Елизаров С.В., Белаши Т.А. Сейсмостойкие конструкции транспортных зданий и сооружений. Учебное пособие. ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012». Авторам отзыва известно более 30 публикаций по этому вопросу, вышедших за последние 5 лет. Критерием разрушения является в рассматриваемой задаче работа сил пластического деформирования. Вместо этого автор придумал свой интуитивный критерий, который, безусловно, имеет интерес и может быть связан с физически обоснованными критериями.
- 2) Из первого замечания следует второе – используя критерий снижения периода колебаний, автор теряет возможность разрушения сооружения вследствие малоцикловой усталости.
- 3) Разрушение конструкции вследствие малоцикловой усталости или прогрессивного разрушения зависит от всей истории нагружения сооружения. Опустив литературу по вопросам разрушения при циклических нагрузках, диссертант оставил указанный вопрос открытым.

Более конкретные вопросы и замечания связаны с описанием модели воздействия

4) Из работы не ясно, какие свойства реальных воздействий и как именно учитываются при определении параметров модели. Есть надежда, что соискатель как-то учитывает возможные ускорения и смещения. Откуда он их берет? Сейсмологи не могут пока представить согласованную инструментальную часть сейсмической шкалы. В России утвержденной шкалы балльности нет, а в Европе она вышла без инструментальной части. По нашим данным пиковые ускорения и смещения зависят от преобладающего периода воздействия.

5) Имеется замечание по терминологии. Автор широко использует термины «риск» и «отказ». При этом нигде нет четкого определения этих понятий. Между тем в теории сейсмического риска, разработанной под руководством лауреата Нобелевской премии Л.Н.Канторовича под риском понимается математическое ожидание ущерба. Соискатель же понимает под риском вероятность отказа. Между риском и вероятностью отказов имеется однозначная связь. Отсутствие четкого разделения ущерба и вероятности отказа связано еще и с тем, что соискатель нигде не определил, что он понимает под МРЗ. То ли это землетрясение с заданной повторяемостью, то ли с заданным ущербом?

6) Диссертант оперирует со стандартами смещений ускорений и других величин. Однако проектировщики и собственники далеко не всегда стремятся минимизировать ожидаемые смещения или ускорения. Намного лучше иметь дело пусть с большим, но надежно прогнозируемым негативным параметром. Этот подход породил в сейсмостойком строительстве проектирование сооружений с заданными параметрами предельных состояний. Конструкция заранее неравнопрочна, т.е. строительные затраты не минимальны, но разрушение прогнозируемо и легко устранимо. Это сейчас основное направление развития сейсмостойкого строительства. Мы не уверены, что разработки автора можно распространить

на такое строительство. А вот для эксплуатируемых «равнопрочных» сооружений работа автора должна найти применение

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. При вынесении положительной оценки рецензенты учили, что диссертант в достаточно общей постановке рассмотрел важный аспект статистического анализа сейсмостойкости железобетонных сооружений при расчете на действие МРЗ. При этом им решена задача моделирования железобетона в рамках МКЭ, предложена статистическая модель сейсмического воздействия, обеспечена реализация численного интегрирования с использованием ППП Abaqus, предложен новый эвристический критерий «сейсмостойкости» при накоплении повреждений. Блочный характер работы позволяет легко развивать отдельные положения диссертанта. Таким образом, в диссертации рассмотрен и решен комплекс задач, необходимых для анализа поведения сооружений при сильных землетрясениях. Работа написана литературным языком, грамотно и аккуратно оформлена. Опубликованные работы освещают основные положения диссертации. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате.

Считаем, что рассматриваемая диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований комплексно решена задача оценки сейсмостойкости и надежности зданий и сооружений, подверженных сильным сейсмическим воздействиям. Работа имеет значение для развития строительной механики и, таким образом, соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы, Чausкин Андрей Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика.

Диссертация, отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Теоретическая механика» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», «27» апреля 2017 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой «Теоретическая
механика» ФГБОУ ВО ПГУПС,
доктор технических наук, профессор

Индейкин
Андрей
Викторович

профессор кафедры, «Теоретическая
механика» ФГБОУ ВО ПГУПС,
доктор технических наук, профессор

Уздин
Александр
Моисеевич

адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 9,
Тел. 8 (812) 457-82-49, 457-89-25
E-mail: dou@pgups.edu
<http://www.pgups.ru>

