

Государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
Московский государственный строительный университет
Ассоциация московских вузов

Утверждаю
Проректор по УМР и МД

_____ Гагин В.И.
« ___ » _____ 2009 г.

ОТЧЕТ

о выполнении подраздела мероприятий по социальному обслуживанию населения в части предоставления образовательных услуг жителям города Москвы

Подраздел №11.5.2.7. *«Основные мировые тенденции и научно-инновационные направления совершенствования и внедрения в производство новейшего строительного оборудования и инструментов»*

(Научно-образовательный материал)

Научный руководитель подразделения	Нач. сектора ОНИЛ КГК			Прокопьев В.И.
	Должность	Телефон	Подпись Дата	ФИО
Заместитель научного руководителя подразделения	Аспирант			Харькин Ю.А.
	Должность	Телефон	Подпись Дата	ФИО

Москва, 2009 г.

Под научным руководством и при непосредственном участии начальника сектора ОНИЛ КГК, профессора Прокопьева В.И. (отв. исп. аспирант Харькин Ю.А.) в рамках подраздела 11.5.2.7. были разработаны, коллегиально рассмотрены и протестированы, а также вручены для практического использования заинтересованным специалистам строительного комплекса Москвы научно-информационные и научно-образовательные материалы в области мировых тенденций и научно-инновационных направлений совершенствования и внедрения в производство новейшего строительного оборудования и инструментов в части геодинамических исследований строительных объектов и зданий окружающей застройки.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Цель подраздела и его актуальность	6
2. Решаемые задачи подраздела	8
3. Разрушения сооружений вследствие геодинамических нагрузок	10
4. Обоснование параметров грависейсмометрического модуля сейсмо- геофизической станции СГМ-03В	23
5. Грависейсмометрическая сейсмогеофизическая станция монито- ринга СГМ-03В	31
6. Вибродозиметрическая станция мониторинга СВД-60МВ	35
7. Программное обеспечение	38
8. Рекомендуемая литература	41

ВВЕДЕНИЕ

Воздействие на сложные строительные сооружения нестационарных волновых нагрузок той или иной природы является причиной снижения их эксплуатационного ресурса, а иногда и разрушения. Как в нашей стране, так и за рубежом имеется ряд примеров катастрофических разрушений достаточно сложных, пространственно развитых сооружений. Яркими примерами являются разрушения зданий аквапарка Трансвааль и Басманного рынка.

Расчетное проектирование с использованием широко известных программных комплексов как отечественных, так и зарубежных не позволяет получить прямую оценку вклада тонких нелинейных многоцикловых процессов в деградацию запаса динамической и геодинамической устойчивости модели системы «сооружение-основание (фундамент + грунт)» в целом.

Согласно рекомендациям МГСН 4.19-05 «Многофункциональные высотные здания и комплексы» и СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» при расчете сейсмической устойчивости строительных объектов применяются конструктивные и нормирующие коэффициенты динамичности, верифицируемые экспериментальным путем.

Однако, анализ массовых разрушений в результате землетрясения в японском городе Кобэ в 1995 году показал, что в случае многомодовых сейсмических (динамических) нагрузок такой подход не гарантирует получения достоверной оценки запаса динамической и геодинамической устойчивости объектов.

При расчетной оценке сейсмостойкости зданий в настоящее время не учитываются скрытые аккумулятивные нелинейные динамические процессы сверхпроектной скорости деградации расчетного запаса динамической и геодинамической устойчивости зданий в результате микроциклической усталости грунтов основания и строительных материалов, не учитывается резонансное усиление динамических перегрузок в результате корреляции спек-

тров ударного воздействия и частотных характеристик строительной конструкции и системы «объект-основание».

1. ЦЕЛЬ ПОДРАЗДЕЛА И ЕГО АКТУАЛЬНОСТЬ

Из материалов цикла наблюдений и статистического анализа последствий гравидинамических возмущений литосферы Земли, выполненного специалистами НИИЭМ МГСУ, МНТЦ ПНКО, ВНИИ Геофизики, ИФЗ РАН и НКЭБ РФ следуют принципиальные выводы:

1. В периоды действия экстремальных амплитуд гравидинамических возмущений литосферы в сейсмоактивных районах планеты, в зонах разломов земной коры резко возрастает частота и интенсивность землетрясений, что приводит к нарушению геодинамической устойчивости геологических оснований строительных объектов.

2. Одновременно в сеймопассивных зонах планеты, к числу которых, например, можно отнести центральные и северные районы европейской части России, Северной Европы и Прибалтики, повышается интенсивность сверхнизкочастотных геодеформационных, оползневых и гидрогеологических процессов.

Однако, геодеформационные процессы под фундаментами строительных объектов и инженерных сооружений в сеймопассивных районах могут быть существенно усилены или «ускорены» в результате возбуждения вибросейсмических и грависейсмических резонансов объектов и их геологических оснований.

Учитывая, что параметры надежности строительных объектов в значительной степени зависят от геодинамической стабильности системы «объект-основание» решение проблемы безопасности необходимо начинать с предпроектного геотехнического обоснования устойчивости тонкой структуры геологического разреза оснований с последующим учетом геодинамических, геодеформационных и геоэкологических рисков на этапе проектирования и за-

вершать регулярным мониторингом эволюции кренов и осадок зданий и сооружений в период эксплуатации.

При мониторинге осуществляется контроль процессов, протекающих в конструкциях объектов и грунте для своевременного обнаружения на ранней стадии негативного изменения напряженно-деформированного состояния конструкций и оснований, которое может повлечь переход объекта в ограниченно работоспособное или в аварийное состояние и получение необходимых данных для разработки задания на проектирование мероприятий по устранению возникших негативных процессов.

Для осуществления контроля и ранней диагностики технического состояния несущих конструкций особого здания или сооружения предусматривается обязательная установка стационарной станции мониторинга технического состояния, которая должна обеспечивать в автоматизированном режиме (при проведении периодических измерений) выявление изменения напряженно-деформированного состояния конструкций с локализацией их опасных участков и определение уровня наклонов здания или сооружения.

Целью подраздела является обоснование параметров грависейсмометрической геофизической станции стационарного мониторинга состояния и устойчивости системы «объект-основание» высотных зданий в течение всего их жизненного цикла методом грависейсмического мониторинга квазистатических геодеформационных процессов и эволюции геодинамических резонансов в системе «объект-основание».

Другой актуальной задачей является контроль эволюции остаточного ресурса циклической усталости материалов строительных конструкций зданий и сооружений.

В городе развиты негативные инженерно-геологические процессы – карст, суффозия, эрозия, подтопление, динамические воздействия, пучинистые и набухающие грунты, древние эрозионные долины.

Наличие глубинных разломов на территории Москвы приводит к возникновению слабых местных московских землетрясений (1990 г., 1995 г., 1997г., 2003г., 2004г.).

Техногенная деятельность на территории Москвы приводит к возникновению промышленных микросейсм. В процессе исследований с 1989 по 1992 год были зарегистрированы землетрясения местного характера интенсивностью до 2-2,5 баллов.

Опытные полевые исследования, поставленные в Москве в 2003 г. с использованием 7 станций «Дельта–Геон», одного сейсмогравиметра и 2 наклономеров, позволили зарегистрировать более 50 местных событий балльностью 3-5 и выше, обусловленных как строительством средневысотных (~20 этажей) зданий и сооружений, так и оживлением разломов (тектонической активности) земной коры под городом Москвой. Намечена связь между местными сотрясениями Земли и изменениями наклонов ее поверхности.

Начиная с середины января по 13 февраля 2004 г., на цифровом регистраторе «Дельта-Геон», установленном в 5,5 км севернее аквапарка «Трансвааль», зафиксировано около 3000 низкочастотных записей, особенно высока была амплитуда на Y-компоненте с четкими первыми вступлениями.

Причинами таких колебаний явились тектонические процессы в районе аквапарка «Трансвааль», обусловленные прохождением через аквапарк деформационных низкочастотных волн, вызванных подвижкой всей Русской платформы под Кавказ. Согласно данным Рыкунова В.П. это было связано с изменением скорости вращения Земли.

Оживления зон разломов и особенно кругового глубинного разлома намечилось и в центре Москвы в 2003 г. (р-н Лефортово). К возможным аварийным зонам в Москве, обусловленным геологическим строением верхней части (0-10 км) земной коры, являются ряд участков в Хорошевском районе (Алые паруса, Ходынка, район станций метро Беговая и Аэропорт), район Сити, район Кадашевских переулков, Лефортово, Ясенево и др.

Важным геологическим процессом, генерирующим землетрясения и геокатастрофы различного типа и масштаба, является флюидная активность Земли, связанная с высвобождением газов и других летучих химических компонентов при кристаллизации жидкого земного ядра, их миграцией к границе ядро-мантия и поступлением в верхние геосферы (Маракушев, 1990, 1999; Пронин, 1996, 2000, 2001; Pronin, Bashorin, 1998, 2000; Летников, 2001). В 1971 г. было установлено, что в основании Москвы находится мощная гелиевая аномалия. Высокие концентрации гелия в подземных средах как было выявлено возникают только в зонах современных глубинных и активных разломов, особенно в местах их сопряжений. На территории Подмосковья и Москвы выявлены многочисленные очаги разгрузки глубинных флюидных потоков и активные трансрегиональные разломы ортогональной и диагональной ориентировки. Воздействие современных флюидных потоков и активных глубинных разломов на техногенные объекты имеет комплексный характер. Кроме микросейсмичности, обусловленной низкоэнергетическими трансформациями флюидов в земной коре, опасны резонансные явления (особенно для высотных зданий), разжижение и просадка несущих грунтов в зонах малоамплитудного растяжения и сбросо-сдвиговых деформаций активных трансрегиональных и кольцевых разломов, коррозия фундаментов под воздействием химически агрессивных газонасыщенных и нагретых подземных вод, а также бактериально-вирусное заражение грунтов и подземных вод в очагах разгрузки глубинных флюидов.

Следующая особенность Москвы - обилие в недрах подземных вод. Комплекс пресных питьевых вод в верхних двухстах метрах представлен четырьмя горизонтами. На глубине 340-420 метров залегают сульфатные воды (целебная "Московская минеральная вода"). Наконец, глубже 800 метров расположены хлоридные рассолы, гелиенасыщение в которых достигает очень высоких значений. По Боевской скважине (перфорация с 1200 до 1400 м) парциальное давление гелия превышает три бара.

Есть факты проявления и локальной сейсмичности. Многолетние инструментальные исследования И.В. Померанцевой (ГЕОН) и др. достоверно свидетельствуют о наличии как минимум трех очагов хотя бы слабой собственной сейсмоактивности (2-3 балла). Это, в первую очередь, Лефортово, Матвеевское и Чертаново.

В связи с этим в последние годы обсуждается и исследуется вопрос о возможности землетрясения в Московском регионе.

Оценка сейсмической опасности Московского региона состоит из определения сейсмических характеристик удаленных сильных землетрясений и местных землетрясений. Приход в столицу ощутимых сейсмических волн возможен только с юго-запада из Вранчского очага в Карпатах. Источником геодинамических резонансов могут быть также штормовые явления в океане с периодом колебаний 2 секунды.

Местные (тектонические) землетрясения в Москве и ближайших окрестностях за всю историю достоверно не зафиксированы.

Местные (не тектонические) сотрясения земной поверхности возможны и могут быть связаны с оползнями, обвалами во внутренних пустотах, разного рода естественными взрывами подземных газов, гидроударами, с падением на Землю небесных тел, морозобойными ударами. Подобные явления в последние годы фиксируются, но их природа остается нерасшифрованной. Требуются тщательно поставленные и профессионально выполняемые на новом уровне точности инструментальные наблюдения по специальной программе.

Другое опасное явление – это карстовая опасность. На протяжении длительной истории геологического развития на территории г. Москвы сформировались два типа карстовых форм: 1 – карстовые формы в растворимых породах и 2 – карстовые формы в нерастворимых породах, перекрывающих закарстованные толщи. По мнению геоэкологов Москвы 15% территории города находится в зоне риска по карсту, и провалы на этих площадях могут произойти в любой момент. Причиной появления карстовых по-

лостей может быть эндогенная водородная дегазация в пределах Москвы. Эндогенная водородная дегазация проявилась на Русской платформе последние 15 лет. Строительство многоэтажных сооружений оказывает сильное воздействие на нижележащие горизонты. И если есть водородные струи в черте города (а они есть), способные продуцировать воду («теплую» и химически агрессивную), то эта вода, прежде всего, будет размывать породы, находящиеся в напряженном состоянии, т.е. будет размывать породы под фундаментами небоскребов.

В качестве критериев оценки карстово-суффозионной опасности (2-й тип) приняты мощность, состав и условия залегания перекрывающей толщи, режим подземных вод и наличие провалов и оседаний земной поверхности. Проектирование в районе г. Москвы с учетом проявления карстово-суффозионных процессов регламентировано «Инструкцией по проектированию зданий и сооружений в районах г. Москвы с проявлением карстово-суффозионных процессов», М., 1984 г.

Повреждения и дефекты в конструкциях зданий, как показывает практика, на 50% и более возникают на стадии строительства, на 20% – на стадии эксплуатации и на 30% – из-за ошибок в геологических исследованиях и проектировании. Избежать этих проблем поможет проведение мониторинга состояния грунтов, фундаментов, конструкций в процессе строительства и эксплуатации, а также применение систем безопасности.

Что касается высотных зданий, то здесь проблемы безопасности играют решающее значение. Каждое такое здание представляет собой сложную конструктивную систему с большим количеством инженерных коммуникаций. Повышенная этажность зданий и, как следствие, наличие в них значительного количества людей при ограниченных возможностях их эвакуации требуют от проектировщиков решения дополнительных задач. В частности, включения в проект мер по предупреждению, обнаружению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, эвакуации и спасению людей.

Проведенные ранее исследования показывают, что под действием внешних источников здание совершает достаточно сложные колебания, по крайней мере, двух порядков — это колебания здания как единого целого по отношению к его основанию и колебание отдельных элементов или частей здания. Чтобы уверенно выделять колебания отдельных элементов здания (колонн, ригелей, перекрытий и т.п.), необходимо проводить более детальные измерения. Следует отметить, что даже при измерениях с шагом 10 м наложение карты амплитуд колебаний здания на схему каркаса здания дает объяснение многим наблюдаемым эффектам.

Практически, по изменениям характеристик колебания здания можно оценить безопасность дальнейшей эксплуатации, целесообразность реконструкции и характер поведения при сильных сейсмических воздействиях.

При часто повторяющихся сейсмических воздействиях возможно повреждение зданий и сооружений при интенсивностях ниже установленных расчетом. Эти воздействия возникают от проходящих поездов, регулярных взрывов в карьерах, строительных работах и т.п.

Транспортная вибрация способствует разрушению зданий и сооружений, памятников истории и культуры. Приведем неполный список примеров: здания ансамбля деревянного зодчества XIX–XX вв. в Петрозаводске; памятники истории и культуры в Ингушетии, Краснодарском крае, Ленинградской, Калининградской, Ивановской областях, Смоленске, Нижегородской области, Омске, Томске, городах Хабаровского края; исторический Каменный мост в центре Калуги; историческая застройка улиц Рождественская, Большая Печерская, Варварская и Ильинская в Нижнем Новгороде; Нарышкинская читальня и городская усадьба Чичериных в Тамбове; Ленинградская область и Санкт-Петербург: Староладожский историко-архитектурный и археологический музей-заповедник, литературно-мемориальный музей - усадьба П.Е. Щербова и Государственный художественно-архитектурный музей заповедник «Ораниенбаум»; Татарстан: Елабужский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник; Удмуртия: Госу-

дарственный музей-усадьба П.И. Чайковского; Краснодарский край: Краснодарский государственный историко-археологический музей-заповедник им. Е. Филицына и его филиалы;

– Новороссийский государственный исторический музей-заповедник;

– Москва и Московская область: Государственный историко-культурный музей-заповедник «Московский Кремль», музей-усадьба Л.Н. Толстого «Хамовники», музей-усадьба «Останкино», Государственный историко-художественный музей-заповедник «Абрамцево», музей-заповедник «Дмитровский кремль»; Рязанская область: Рязанский историко-архитектурный музей-заповедник; мемориальный музей-усадьба академика И.П. Павлова; Саратовская область: музей-усадьба Н.Г. Чернышевского; Тамбовская область: музей-усадьба А.М. Герасимова; Тобольская область: Тобольский государственный историко-архитектурный музей-заповедник; Ярославская область: Ярославский историко-архитектурный музей-заповедник и ряд других.

Большие претензии предъявляются к трафикам также с точки зрения обеспечения сохранности жилых и общественных зданий, нормального функционирования структур социально-бытового характера.

Если в новых районах Санкт-Петербурга для трамваев почти везде обрудованы обособленные трассы и здания стоят на достаточном удалении от трамвайных рельсов, то в центральных районах города узкие улицы, старинные дома, в основном представляющие архитектурную ценность, подвержены сильной вибрации. Несмотря на то что по СНиП 2.05.9–90 «Трамвайные и троллейбусные линии» трамвайные пути должны быть расположены не ближе 50 м от зданий, фактически это расстояние не превышает 10 м.

В Самарской филармонии, расположенной вблизи трамвайных путей, по требованию музыкантов концертный орган для защиты от вибраций и обеспечения нормального звучания был поставлен на отдельный фундамент.

Челябинская областная филармония, расположенная в здании, которое построено в конце XIX в. и обладает лучшей на Урале акустикой, разрушается из-за близости трамвайных путей и постоянной вибрации.

Единственный в Самаре особняк (имеющий статус памятника истории и культуры федерального значения) в стиле «ранний модерн», сохранивший свои интерьеры, находится в аварийном состоянии из-за вибрации от трамвайной линии, которая проходит в 2–3 м, вследствие чего появились многочисленные трещины.

В Калининграде сильная вибрация, создаваемая трамваями, которые проходят в непосредственной близости от знаменитого памятника – крепостного сооружения «Королевские ворота», построенного в 1852 г., стала главной причиной его разрушения.

По оценке специалистов, подтопление здания и постоянная вибрация от трамвайного движения по оживленной транспортной магистрали стали причинами обрушения семи железобетонных плит второго этажа в подвальное помещение одного из подъездов жилого дома в Ростове-на-Дону.

В Барнауле произошло повторное обрушение перекрытия между этажами в третьем подъезде жилого дома, построенного в 1957 г. Прежде на этом месте были пруды, вследствие чего грунтовые воды просачивались в подвал. Комиссия, которая обследовала обрушившиеся подъезды, пришла к выводу, что при строительстве дома использовались строительные материалы низкого качества, были допущены грубые строительные ошибки и отклонения от проекта. Движение по проходящей неподалеку трамвайной линии, вызывавшее вибрацию дома, также сыграло в этом определенную роль.

22 мая 2005 г. в 2 ночи после прохода грузового состава произошел прорыв дамбы золоотвала Партизанской ГРЭС (пос. Лозовый Приморского края), в результате чего на железнодорожные пути вышло 86 000 м³ зольной пульпы, часть которой ушла в ручей Лозовый.

В апреле 2001 г. компания Silicon Integrated Systems решила не размещать заводы на территории технопарка Taiwan Science-Based Industrial Park ввиду вибраций от строящейся вблизи железнодорожной линии.

В Барнауле обрушилась крыша склада площадью 300 м² из-за вибрации от проходящего железнодорожного состава.

Расположенный в районе моста «Три семерки» главный канализационный коллектор Красноярска, нормативный срок эксплуатации которого истек 15 лет назад, разрушается из-за вибраций от движения автотранспорта и железнодорожных составов.

Во избежание загрязнения Выборга – одного из самых древних городов на территории Ленинградской области – автомобильной вибрацией, от которой в течение многих лет страдают не только люди, но и памятники архитектуры, в том числе и знаменитый Выборгский замок, было принято решение строить окружную дорогу. В результате будет разгружен исторический центр города, через который ежедневно проходит до 10 000 автомобилей, в основном большегрузных трейлеров, транзитом из Москвы и Петербурга в Скандинавию и обратно.

В старых частях русских городов строительство жилых домов ведется на расстоянии не более 30–50 м от транспортного потока. От каждой проезжающей машины колебания грунта передаются зданиям. В результате возникают постоянные вибрации близкорасположенных зданий, особенно вытянутых вдоль улиц, на частотах, многие из которых совпадают с полосой биологически активных частот человека.

В Архангельске сошел со свай деревянный 12-квартирный жилой дом. При строительстве здания в 1957 г. свайное основание было выполнено с нарушением технологий. Сказалась и постоянная вибрация от движения большегрузного автотранспорта по проходящей рядом оживленной транспортной магистрали.

В Санкт-Петербурге в результате вибрации от поездов метро покрылся сквозными трещинами Петропавловский собор, а Исаакиевский собор накренился на 25 см от вертикали.

Приведенные примеры иллюстрируют геологические проявления эффекта многолетней аккумуляции нелинейных последствий техногенного микроциклического возбуждения вибротсейсм в зоне размещения этих объектов. Другими словами, происходит техногенное нарушение или ускорение

естественной эволюции геологических и гидрогеологических процессов в грунтах оснований, то есть, согласно уже установившейся терминологии, имеет место техногенное нарушение естественных геоэкологических условий в зоне размещения строительных объектов, и, особенно, на территориях мегаполисов и районов массовой застройки.

Исследования, проведенные в МГСУ, позволили достоверно установить микросейсмические и микрогравитационные механизмы активации таких явлений.

Вибросейсмические резонансы уже несколько десятков лет являются предметом особого внимания ученых и изобретателей, например в Японии, которыми предложены сотни оригинальных технических решений по демпфированию или «компенсации» резонансных колебаний зданий и сооружений с целью существенного повышения их сейсмостойкости. В последнее время и в России появились работы по исследованию этих резонансов, которые прямым или косвенным образом связаны с изучением их «аномального» влияния на скорость изменения геодинамической устойчивости геологических оснований строительных объектов. Например, показано, что по мере снижения частоты вибросейсмических резонансов резко повышается их добротность, в результате чего происходит резонансное «усиление» (в 75 раз) вибросейсмических колебаний фундаментной плиты.

В настоящее время, даже без учета влияния грависейсмических процессов и резонансов, нарушение и изменение равномерности распределения опорных напряжений, а также эволюция напряженно-деформированного состояния в расчетном объеме грунтов геологического основания является известной и актуальнейшей задачей современного промышленного и гражданского строительства, связанной с нарушением гидрогеологического режима, с сезонными и другими циклами перераспределения внутрипластового давления в слоях геологического разреза строительных площадок сооружений.

В результате неравномерного и нестационарного распределения опорной нагрузки на поверхности контакта фундамент грунт, по указанным выше

геодинамическим, гидрогеологическим, карстовым и сезонно-климатическим причинам, а также в связи с неравномерным изменением опорной жесткости грунта-основания, соответственно, будет иметь место неравномерное распределение механических напряжений и деформаций (прогибов) фундаментной плиты и ее сползание вдоль опорной поверхности грунта в направлении минимума продольной жесткости геологического основания строительной площадки.

В общем случае скорость этого сползания будет зависеть от однородности упругих характеристик геологического основания, параметров ползучести грунта и его сцепления с фундаментом, а также от конструкции фундамента и характеристик сцепления между собой разнородных приповерхностных слоев геологического разреза.

Однако эта скорость будет также зависеть как от спектра и мощности природных и индустриальных микросейсм в районе размещения объекта, так и от скорости изменения геодинамических деформаций, многоциклового уплотнения грунтов и нарушения однородности физико-механических свойств геологического основания строительной площадки в целом, а также от добротности грависейсмических резонансов в районе застройки, включая и собственные грависейсмические резонансы фундамента и строительной конструкции самого объекта.

Следует учитывать, что среднестатистический максимум амплитуд вибросейсмических возмущений, например, в городах Центральной России, в частности в Москве, колеблется от 1 до 10 мкм в полосе частот от 0,1 до 15 Гц, что для частоты возбуждения порядка 10 Гц адекватно $10^{-3} g$. Амплитуда гравидинамических возмущений литосферы Земли, зарегистрированная, с использованием данных отечественных и зарубежных космических и полиметрических систем, например, в конце июля 1994 году достигала в течение трех месяцев наблюдения значений порядка $5 \cdot 10^{-2} g$. В случае синхронного возбуждения этими возмущениями грависейсмических резонансов наземных

строительных объектов и их геологических оснований, например с добротностью более 30, реальны риски достижения амплитуд их возбуждения до 0,5g.

В связи с этим в течение расчетного срока эксплуатации строительных объектов (как правило, превышающих 40 лет) происходит реально неблагоприятное изменение эпюр смещений и механических напряжений на опорной поверхности фундамента.

Приведенные данные позволяют обосновать параметры грависейсмометрического модуля геофизической станции мониторинга грависейсмических процессов и нагрузок в системе «объект-основание» высотных зданий и большепролетных пространственных сооружений.

4. Рекомендуемая литература

1. *Алексеев В.К., Батугин А.С., Батугина И.М. и др.* Геодинамическое районирование территории Московской области. –М.: СМТ, 2003
2. *Вознесенский Е.А.* Землетрясения и динамика грунтов. – М.: Соросовский Образовательный Журнал, №2, 1998, стр. 101-108
3. *Завалишин С.И., Шаблинский Г.Э.* Динамический мониторинг зданий и сооружений для контроля их сейсмостойкости. Сборник научных трудов "Предотвращение аварий зданий и сооружений - 2009" //Под общей редакцией д.т.н., профессора Еремина К.И.
4. Москва. Геология и город. Под ред В.И. Осипова и О.П. Медведева. –М.: Изд. «Московские учебники и картолитография», 1997, с 399.
5. *Померанцева И.В., Солодилов Л.Н., Момзиков В.Я., Рудаков В.П.* Геолого-геофизические, геодинамические и человечески факторы, влияющие на безопасность крупных городов и мегаполисов (еще раз о причинах разрушения аквапарка «Трансвааль» 14 февраля 2004 г.). В книге геофизика XXI столетия. 2003-2004. Сб. трудов пятых и шестых геофизических чтений им. К.В. Федынского. М, 2005, изд МПР РФ, ЦЕНТРГЕОН, ЕАГО, РАЕН.
6. *Пронин А.П., Башорин В.Н.* Современная флюидная активность глубинных разломов: их воздействие на объекты техносферы и здоровье населения Мо-

сквы и Московской области. Сборник докладов Тематической научно-практической конференции «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан». Часть 1. В рамках Научно-технического конгресса по безопасности "Безопасность - основа устойчивого развития регионов и мегаполисов".—М.:МГСУ, 2005

7. *Теличенко В.И., Завалишин С.И., Хлыстунов М.С.* Глобальные риски и новые угрозы безопасности ответственных строительных объектов мегаполиса. Сб. докладов тематической научно-практической конференции «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан»—М.: МГСУ, 2005

8. Теличенко В.И., Король Е.А., Хлыстунов М.С., Прокопьев В.И. Мониторинг геофизической устойчивости зданий и сооружений с использованием грависейсмометрической станции СГМ-3В. Сборник научных трудов "Предотвращение аварий зданий и сооружений - 2009" //Под общей редакцией д.т.н., профессора Еремина К.И.

9. *Федонькина И.Н.* Влияние структурно-тектонических особенностей территории Москвы на верхнюю часть осадочной толщи и рельеф земной поверхности. Сборник докладов Тематической научно-практической конференции «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан». Часть 1. В рамках Научно-технического конгресса по безопасности "Безопасность - основа устойчивого развития регионов и мегаполисов".— М.:МГСУ, 2005

10. *Хлыстунов М.С.* Геодинамическая устойчивость геологических оснований. -М.: «Сейсмостойкое строительство», №4, 2001

11. *Хлыстунов М.С., Могилюк Ж.Г.* Геологическая эффективность микро-сейсмических процессов в неоднородных основаниях. Журнал «Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений». —М.: ВНИИТПИ, №3, 2003

12. *Хлыстунов М.С., Могилюк Ж.Г.* Вибродозиметрический метод мониторинга и прогноза эволюции остаточного ресурса циклической усталости материалов строительных конструкций и грунтов оснований на базе вибродо-

симметрической станции СВД-60У. Сборник научных трудов "Предотвращение аварий зданий и сооружений - 2009" //Под общей редакцией д.т.н., профессора Еремина К.И.

13. *Хлыстунов М.С., Прокопьев В.И., Могилюк Ж.Г.* Методы и программно-аппаратные комплексы резонансного геодинамического профилирования строительных площадок в зонах плотной исторической застройки. Сборник научных трудов "Предотвращение аварий зданий и сооружений - 2009" //Под общей редакцией д.т.н., профессора Еремина К.И.

14. Экспериментальная динамика сооружений. Мониторинг транспортной вибрации: Монография / Е.К. Борисов, С.Г. Алимов, А.Г. Усов и др. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007. – 128 с.

15. *Яницкий И.Н.* Уникальные геотектонические особенности размещения города Москвы. Сборник докладов Тематической научно-практической конференции «Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан». Часть 1. В рамках Научно-технического конгресса по безопасности "Безопасность - основа устойчивого развития регионов и мегаполисов". – М.:МГСУ, 2005