



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Я. М. АЙЗЕНБЕРГ, д-р техн. наук, проф., Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный строитель РФ, почетный академик РААСН (**главный редактор**)
Р. Т. АКБИЕВ, канд. техн. наук, Почетный строитель России
Л. С. БАРИНОВА, канд. техн. наук, Заслуженный экономист РФ, Почетный строитель России
В. С. БЕЛЯЕВ, д-р техн. наук, проф., академик РАЕН
А. А. БУБИС (**ученый секретарь**)
И. И. ВЕДЯКОВ, д-р техн. наук, проф., советник РААСН
Г. И. ВОРОНЦОВ, канд. техн. наук, проф., Заслуженный строитель РФ, почетный член РААСН
Т. Ж. ЖУНЫСОВ, проф., академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан
В. Б. ЗААЛИШВИЛИ, д-р физ.-матем. наук, проф.,
В. А. ИЛЬЧЕВ, д-р техн. наук, проф., Заслуженный деятель науки РФ,
Почетный строитель России, академик РААСН
Ю. В. КРИЦОВ, д-р техн. наук, проф.
Х. Н. МАЖИЕВ, д-р техн. наук, проф.
Ю. И. НЕМЧИНОВ, д-р техн. наук, проф.
О. В. ПАВЛЕНКО, д-р физ.-математич. наук
А. Е. РОГОЖИН, д-р геол.-минерал. наук, проф.
В. В. СЕВОСТЬЯНОВ, канд. геол.-минерал. наук
В. А. СЕМЕНОВ, д-р техн. наук, проф.
В. И. СМИРНОВ, канд. техн. наук, доцент
(зам. главного редактора)
Л. Р. СТАВНИЦЕР, д-р техн. наук, проф.
А. Г. ТЯПИН, д-р техн. наук
А. М. УЗДИН, д-р техн. наук, проф.
(зам. главного редактора)
Ш. А. ХАКИМОВ, канд. техн. наук,
Заслуженный строитель Узбекистана
Э. Е. ХАЧИЯН, д-р техн. наук, проф.,
академик НАН Республики Армения

Выпускающий редактор: **Е.А. Асташина**
Дизайн и верстка: **Е.Е. Григорьева**

Отпечатано в НФП филиал ОАО ТПК,
Москва, ул. Клары Цеткин, д. 18, корп. 5.

Издание зарегистрировано в Роскомнадзоре.
Свидетельство ПИ № ФС 77-44553
от 14 апреля 2011 года.



Издатель:
**Российская Ассоциация
по сейсмостойкому строительству
и защите от природных
и техногенных воздействий (РАСС)**

При поддержке
Российской Академии архитектуры
и строительных наук (РААСН)

Высшей аттестационной комиссией (ВАК)
журнал включен в Перечень ведущих
рецензируемых научных журналов и изданий

Издается с 1974 года.
Периодичность — 6 номеров в год.

Адрес:
109428, Москва, ул. 2-я Институтская, 6, стр. 37
109456, а/я 29, г. Москва,
Тел. /факс: (499) 174-74-29 (подписка)
Тел./факс: (499) 170-06-93 (редакция)
E-mail: info@raee.su, smirnov@raee.su
www.seismic-safety.ru

Мнение редакции не всегда совпадает
с мнением авторов.

При перепечатке материалов
ссылка на журнал обязательна.

ISSN 1681-6560
© РАСС, 2013

Требования к оформлению материалов на с. 29

главный редактор,
президент РАСС, Научный руководитель
Центра исследований сейсмостойкости
сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко,
почетный академик РААСН,
д-р техн. наук, профессор
Я.М. Айзенберг

3авершилась 10-я Юбилейная Российская конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию. Можно подвести предварительные итоги.

Принят проект решения, который опубликован в настоящем номере журнала. Слово «предварительные» означает не только то, что итоги будут окончательными после того, когда будут учтены поправки и предложения к проекту, но тогда, когда Министерство регионального развития, ТК-465 «Строительство» и другие причастные ведомства и организации прочтут решение и примут необходимые меры для реализации важных пунктов, в особенности тех, которые касаются, во-первых, необходимости безотлагательного утверждения нормативных документов, которое, к сожалению, чрезмерно затягивается. Во-вторых, и это весьма актуальная задача отрасли — проблемы, касающиеся завершения актуализации сейсмологического раздела норм проектирования II-7-81*. Вопросы актуализации норм проектирования «Строительство в сейсмических районах» обстоятельно изложены в пленарном докладе В. И. Смирнова, представителя организации — ответственного исполнителя работы (ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко). В докладе, в частности, освещены проблемы, научные и практические, посвященные развитию эффективных систем сейсмической защиты сооружений, необходимости государственного финансирования этой работы.

Один из пленарных докладов был посвящен демонстрации возникшей проблемы дисбаланса между концепциями инженерно-строительного и сейсмологического разделов СНиП. Показана необходимость серьезных исследований специалистов сейсмологов, инженеров и других направлений.

В связи с этим, в проект решения включено обращение в государственные органы о необходимости серьезной государственной финансовой поддержки исследований, направленных на переход к количественным методам определения расчетных сейсмических воздействий, вместо устаревших сейсмических баллов и шкалы сейсмической интенсивности.

В работе конференции приняло участие около 200 специалистов (в 1995 году было 15 участников) из Российской Федерации, Украины, Казахстана, Узбекистана, Туркмении и других стран.

Были крупные ученые, работающие в области сейсмостойкости сооружений и в смежных областях. Достаточно назвать известные имена: академик НАН Армении, профессор, д-р техн. наук Э.Е. Хачиян, д-р техн. наук, проф. А. В. Перельмутер, д-р техн. наук, проф. А. Г. Тяпин, д-р техн. наук, проф. А. С. Алешин, д-р техн. наук, проф. Ю. И. Немчинов, д-р техн. наук М. С. Абаканов и многие другие.

Представители Национального объединения строителей (НОСТРОЙ) Н.И. Фролов и И.А. Кузеванова принимали самое активное участие в организации, проведении и обсуждении тем, представленных на конференции.

Оргкомитет сердечно благодарит всех ученых, инженеров, экономистов, геологов и других специалистов, принявших участие в работе конференции.

Уважаемые авторы, рекламодатели и подписчики журнала!

Спешим сообщить, что с № 5, 2013 г. изменился состав редакции. Выпускающий редактор — Асташина Е.А., дизайн и верстка — Григорьева Е.Е.). Само издание также претерпело ряд изменений: появились новые рубрики и рекламные полосы. В ближайшее время начнут выходить спецвыпуски журнала, посвященные деятельности организаций в сейсмически опасных районах.

Ждем ваши материалы и пожелания по e-mail: info@raee.su, smirnov@raee.su, Albubis@gmail.com; тел.: (499) 170-06-93, 174-70-21, 174-70-63.

Поздравляем юбиляра!



Хачиян Эдуард Ефремович,
д-р техн. наук, проф., Заслуженный деятель науки Республики Армения,
Лауреат Государственной премии, Академик НАН РА

Родился 17 августа 1933 года в Карабахе. В 1956 г. окончил Ереванский государственный университет. 1956–2002 гг. — зав. лабораторией, зам. директора по науке АрмНИИ сейсмостойкого строительства. 1972–1988 гг. — профессор Ереванского Государственного Университета Архитектуры и строительства (ЕрГАСУ) и ЕГУ. С 1997 г. по настоящее время зав. кафедрой строительной механики ЕрГАСУ, гл. научный сотрудник Института геологических наук НАН РА.

Сфера исследований: прикладная сейсмология, строительная механика, теория колебаний, динамика сооружений, сейсмостойкое строительство.
Автор более 250 работ, в том числе 12 монографий, 5 авторских свидетельств, 15 нормативно-инструктивных документов, 60 научных статей на английском языке, опубликованных за рубежом.

*17 августа
2013 года
исполнилось 80 лет* одному из классиков
современной теории сейсмостойкости, профессору
Эдуарду Ефремовичу Хачияну

Эдуард Ефремович прошел путь в науке о сейсмостойком строительстве от ее зарождения в СССР и стоял у истоков современных представлений о сейсмостойкости зданий и сооружений. Он воспитал ни одно поколение инженеров и научных работников. После распада СССР и советской научной школы сейсмостойкого строительства Э. Е. Хачиян остался одним из немногих ее представителей. У него было много учеников — К. С. Завриев и И. Л. Корчинский, С. В. Медведев и И. И. Гольденблат, лидер армянской школы сейсмостойкого строительства академик А. Г. Назаров и даже всемирно известный Джордж Хаузнер. В начале 60-х годов Э. Е. Хачиян стал заметной фигурой в сейсмостойком строительстве: к тридцати годам он написал труд «Некоторые прикладные задачи теории сейсмостойкости сооружений», а к сорока годам — «Сейсмические воздействия на высотные здания и сооружения», которые стали базовыми как для него самого, так и для его последователей.

Эдуарду Ефремовичу свойственны трудолюбие и целеустремленность, доброжелательность и скромность. Его работы базируются на изучении реальных землетрясений и всегда ориентированы на практическое внедрение в сейсмостойкое строительство. Примером может служить доскональное изучение Ереванского (1973) и Спитакского (1988) землетрясений. Э. Хачиян сделал сейсмологию более инженерной, что является, на самом деле, главным предназначением этой науки. Нельзя не отметить прозорливость юбиляра: его работа «Вращательные движения грунта

и крутильные колебания сооружений» (1987) предвосхитила эти эффекты, реально наблюдавшиеся при Спитакском землетрясении.

Вся его профессиональная деятельность построена на сочетании глубоких теоретических исследований и обоснований того, что впоследствии включается в строительные нормы и проверяется практикой сейсмостойкого строительства. Этот профессиональный, эффективный, наиболее результативный подход реализован им в новых национальных нормах сейсмостойкого строительства в Армении.

Именно Э. Е. Хачиян, единственный из советских специалистов сейсмостойкого строительства, понял и поддержал инициативы IDNDR на территории бывшего СССР, правильно оценив новую, лидирующую роль инженеров для уменьшения сейсмических бедствий.

Его активная, творческая профессиональная позиция, безусловно, плодотворно повлияла на разработанные в разных странах СНГ новые сейсмические нормы. Созданные им национальные нормы сейсмостойкого строительства в Армении являются сегодня значимым, и мы убеждены, далеко не последним результатом его плодотворной научно-практической деятельности. Эдуард Ефремович считает, что его ученики — главное богатство, и мы хотим, чтобы это богатство приумножалось.

Специалисты России и других стран СНГ ждут от Эдуарда Ефремовича новых и обобщающих публикаций и желают юбиляру здоровья и творческого долголетия!

Редакционная коллегия журнала



НОВОСТИ

4

NEWS

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

АЛЕШИН А.С. Основные понятия сейсмического микрорайонирования: категория, балл, модель

9

РОГОЖИН Е.А., А.И. ЛУТИКОВ, ОВСЮЧЕНКО А.Н. и другие. Оценка сейсмической опасности Северного Кавказа в детальном масштабе

14

ЛАБАЗАНОВ Р.Р. Оценка сейсмологической ситуации на территории Чеченской Республики

20

SEISMIC ZONING

ALESHIN A.S. The Basic Definitions of the Seismic Microzonation: Category, Intensity Value, Model**ROGOZHIN E.A., LUTIKOV A.I., OVCUCHENKO A.N. and other authors.** the Detailed Assessment of the Seismic Risk in the Territory of North Caucasus**LABAZANOV R.R.** The Assessment of Seismic Situation in the Republic of Chechen

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ОГАНЕСЯН С.М. К вопросу о построении новой теории сейсмостойкости

26

АБАКАНОВ М.С. Прочность железобетонных конструкций при малоцикловых нагрузлениях типа сейсмических

30

ЗОЛОТКОВ А.С. Расчет прочности стен монолитных зданий на сейсмические воздействия

35

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES

OGANESYAN S.M. About a New Theory of Seismic Resistance**ABAKANOV M.S.** The Strength of Reinforced Concrete Structures Under Low-Cycle Seismic Loads**ZOLOTCOV A.S.** The Calculation of the Strength of the Walls of the Monolithic Buildings Under Seismic Action

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ХАКИМОВ Ш.А.

Новые концепции повышения сейсмобезопасности зданий на основе инженерного анализа последствий землетрясений

40

DESIGN, CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF EQ-RESISTANT BUILDINGS AND STRUCTURES

KHAKIMOV SH.A. New Concept for Improving the Seismic Safety of Buildings Based on Engineering Analysis of the Effects of Earthquakes

МОНИТОРИНГ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

КОФФ Г.Л., КУШНИР Л.Г., ДРОБИЗ М.В., БОРСУКОВА О.В. и другие. Опыт анализа палеосейсмичности с помощью макросейсмической съемки зданий Кенинсберга (Калининграда), построенных в 17-18 веках

45

MONITORING AND ENGINEERING SURVEY OF BUILDINGS AND STRUCTURES

KOFF G.L., KUSHNIR L.G., DROBIZ M.V., BORSUKOVA O.V. and other authors. The Analysis of Paleoseismicity Using the Results of Macroseismic Survey of Historical Buildings Built in XVII-XVIII Century in Kenigsbрг

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ДОРМАН И.Я. Об основных принципах обеспечения сейсмостойкости транспортных тоннелей

50

SEISMIC RESISTANCE AND SAFETY OF SPECIAL STRUCTURES

DORMAN I.YA. About Fundamentals For Insurance of Seismic Resistance of Transport Tunnels

КОНФЕРЕНЦИИ. СИМПОЗИУМЫ. СОВЕЩАНИЯ

13-я Международная конференция по сейсмической изоляции, рассеиванию энергии и регулированию динамических характеристик сооружений (24–27 сентября 2013 года, г. Сендай, Япония)

55

CONFERENCES. SYMPOSIA. SEMINARS

13th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures (September 24-27 2013 Sendai Japan)

Решение X Юбилейной Российской конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием) (09–13 сентября 2013 года, Сочи)

56

The resolution of the X Anniversary Russian Conference on Earthquake Engineering and Seismic Zoning (with International Participation) (09–13 September 2013, Sochi)

НОВОСТИ

ЯПОНИЯ, 15 августа

Вокруг АЭС «Фукусима» японцы возведут ледяную стену.

Утечка радиоактивной воды с АЭС «Фукусима-1» приняла настолько угрожающие масштабы, что департамент по ядерному надзору назвал ситуацию критической. Согласно подсчетам, ежедневно в океан попадает около 300 т воды, содержащей радиоактивные частицы.

Чтобы предотвратить утечку, японские специалисты рассматривают несколько проектов, среди которых создание ледяной стены вокруг технического порта АЭС «Фукусима-1».

Подземная ледяная стена будет иметь длину около 1,4 км, сообщает Bloomberg. Японские инженеры предлагают вкопать вертикально в землю на глубину 20–40 м трубы на расстоянии 1 м друг от друга. В них планируется закачивать охлаждающее вещество.

По замыслу специалистов, стена создаст своего рода барьер вечной мерзлоты, который будет препятствовать течению грунтовых вод. По словам представителей Kajima, строительство стены может быть завершено в середине 2015 года. Несмотря на свою простоту, этот проект будет довольно дорогостоящим, считают японские специалисты.



<http://www.mk.ru/science/technology/news/2013/08/15/900051-vokrug-aes-quotfukusimaquot-yapontsyi-vozvedut-ledyanuyu-stenu.html>

КИТАЙ, 28 августа

Землетрясение в Китае уничтожило десятки жилых домов.

Многих жителей двух юго-западных китайских провинций — Сычуань и Юньнань — утром разбудили мощные подземные толчки. В результате землетрясения, магнитуда которого составила 5,1, в уездах Жунсянъя (Сычуань), Дэцинъя (Юньнань) и Шангри-Ла (Юньнань) были полностью уничтожены 36 жилых домов. По данным местных властей, еще столько же домов были частично разрушены и повреждены.

В пострадавших районах также серьезно повреждены автомобильные дороги, телекоммуникационные системы. Однако, к счастью, обошлось без человеческих жертв. О серьезных пострадавших среди жителей



данных провинций информации также не поступало, однако так или иначе последствиями землетрясения затронуты более 4 000 человек. Согласно официальным данным китайских специалистов, эпицентр землетрясения залегал на глубине примерно в девять километров на стыке двух китайских провинций.

<http://www.gismeteo.ru/news/stihiyne-yavleniya/zemletryasenie-v-kitae-unichtozhilo-desyatki-zhilyh-domov/>

ЯПОНИЯ, 4 сентября

В Японии произошло землетрясение магнитудой 6,9.

В центральной части Японии утром 4 сентября произошло землетрясение магнитудой 6,9. Об этом сообщает Reuters. Землетрясение затронуло Токио и все восточное побережье острова Хонсю, в том числе префектуру Фукусима. Однако никаких повреждений аварийная АЭС «Фукусима-1» не получила. В результате землетрясения никто не пострадал. Угрозы цунами нет. Очаг залегал на глубине 400 км в Тихом океане, примерно в 580 км к югу от Токио.

<lenta.ru/news/2013/09/04/quake/>



КИТАЙ, 4 сентября

В ночь с пятницы на субботу на границе провинций Юньнань и Сычуань на юго-западе Китая произошло землетрясение магнитудой 5,8.

По уточненным данным, три человека погибли, еще 44 получили ранения различной степени тяжести. В Дицин-Тибетском автономном округе четвертый день продолжаются работы по ликвидации последствий подземных толчков. Все пострадавшие люди обеспечены питанием, палатками и предметами первой необходимости, сообщает агентство «Синьхуа». Прямой экономический ущерб, нанесенный землетрясением, оценивается в 1,5 млрд юаней.

ней. Подземные толчки повредили 870 км дорог, 280 км каналов и 1 000 км водопроводных труб. На площади 430 гектаров погублены посевы. Работы по ликвидации последствий землетрясения затруднены серьезными повреждениями инфраструктуры, а также подверженностью горной местности, в которой произошли подземные толчки, бедствиям геологического характера — сходам оползней и селевых потоков.

gismeteo.ru/news/proisshestviya/posledstviya-zemletryaseniya-v-kitae-udaetsya-likvidirovat-s-trudom/



ПЕРУ, 5 сентября

Проснувшийся на днях вулкан Убинас в Перу продолжает выбрасывать пепел и газ.

В среду его кратер с вертолета осмотрел президент страны Ольянта Умала. Убинас активизировался в понедельник после четырехлетнего затишья. Пробуждение сопровождалось пятью взрывами. Столб пепла и газа возвышался на 2 км. На следующий день в недрах вулкана прогремел еще один взрыв, перепугав жителей окрестных городов. Местная жительница: «Это сказалось на животных, а также на людях — детях, взрослых. Мы хотим помочь защитить нас, стариков, детей, наших животных, которые серьезно пострадали от облака пепла и газа из вулкана». Как поведет себя вулкан дальше — спрогнозировать сложно. Ольянта Умала, президент Перу: «Такое извержение случается каждые 15 лет. Мы должны следить за магнитудой, на случай, если придется эвакуировать жителей». Убинас высотой в 5 670 метров считается одним из самых активных вулканов Перу, начиная с XVI века. Как полагают вулканологи, на этот раз извержение спровоцировали обрушившиеся на страну сильные снегопады.



На прошлой неделе в девяти перуанских провинциях из-за них был введен режим чрезвычайного положения.
vseprostotak.ru/2013/09/vulkan-ubinas-pugaet-zhitelye-peru/#more-56103

ЯПОНИЯ, 7 сентября

Крупнейший на Земле вулкан находится на дне Тихого океана.

Ученые из Университета Хьюстона сумели доказать, что на дне северо-западной части Тихого океана, примерно в 1,6 км от Японии, находится крупнейший на планете вулкан, диаметр которого составляет около 550 км, а высота — более 4 км. Об этом сообщила в пятницу электронная версия научного журнала «Нэйчур геосайнс». Ранее считалось, что на этом месте расположено множество меньших по размеру вулканов. Исследователям, однако, удалось с помощью методов сейсмической разведки выяснить, что, в действительности, все они являются единым геологическим образованием.



«Этот хребет был известен на протяжении жизни многих поколений, — отметил один из авторов исследования, профессор Уильям Сэйгер из Университета Хьюстона, — Мы знали, что здесь находится огромный горный массив. Однако раньше у нас не было никакого представления о его структуре, у нас не было оборудования, с помощью которого можно было бы провести исследование». Для данных о структуре вулкана ученым пришлось пробурить скважину глубиной 170 метров на дне океана. Вулкан-исполин получил название «Массив Таму». Возраст Таму составляет примерно 145 млн лет. Он находится на Возвышенности Шатского, названной в честь советского геолога Николая Шатского, и относится к типу так называемых «щитовидных» вулканов, которые образуются в результате многократных излияний лавы и отличаются пологостью склонов. Вершина Таму располагается на глубине почти 2 000 м.

Ранее крупнейшим активным щитовидным вулканом Земли считался Мауна-Лоа на острове Гавайи.

itar-tass.com/c11/868081.html

ГВАТЕМАЛА, 7 сентября

Землетрясение магнитудой 6,5 произошло в субботу вблизи границы Мексики и Гватемалы, сообщается на сайте геологической службы США.

Эпицентр землетрясения, зафиксированного в 04.13 по московскому времени, располагался в 6 км к юго-западу от города Пахапита в Гватемале. Очаг подземных толчков залегал на глубине около 68 км. О жертвах или разрушениях не сообщается.

meteovesti.ru/news.n2?item=63514230677



ИТАЛИЯ, 8 сентября

Извержение Везувия может начаться в любую минуту.

Ученые не могут назвать точную дату начала извержения самого известного в Европе вулкана, но уверены, что оно обязательно произойдет. Везувий, утверждают ученые, проснулся и готов к тому, чтобы вновь засыпать окрестности пеплом и залить расплавленной лавой. «В том, что произойдет извержение Везувия, сомнений нет,— заявил на международной конференции вулканологов ведущий японский сейсмолог Накада Сетсуга, профессор Токийского университета.— Италия должна разработать план действий, потому что около вулкана живут многие тысячи людей».

После «помпейского» извержения в 79 году н.э. Везувий извергался еще три десятка раз. Последнее извержение произошло довольно давно — в 1944 году. Тогда погибло 26 человек. Сейчас ученые уверены, что вулкан, «сидящий» в озере расплавленной лавы площадью около 400 кв. км, готов к новому извержению.

Конечно, итальянское управление гражданской обороны разработало план действий на случай извержения Везувия. В нем четыре уровня тревоги. Самый высокий — эвакуация, в ходе которой из 18 городков и деревень в «красной зоне» на территории 200 кв. км в течение 72 часов должны быть эвакуированы 550 тысяч человек.



После начала извержения жители более крупной «желтой зоны» могут быть тоже эвакуированы, если пепел и газы будут представлять для них опасность.

Однако этот план основывается на предпосылке, что новое извержение не будет сильнее извержения 1631 года, взятого за основу, и извержения 79 года, описанного Плинием младшим. Между тем, пишет Daily Telegraph, по мнению Зеленої партії італійських учених і власти могут ошибаться в силе извержения и поэтому требуют внести в план корректизы.

kp.ru/daily/26130/3021570/

Сочи, 18 сентября

В акватории Сочи зафиксировали 10 смерчей.

Штормовое предупреждение объявлено в Сочи. По информации пресс-службы администрации города, в море уже зафиксировано образование 10 смерчей. Есть вероятность выхода смерчей на сушу. Угроза будет сохраняться до конца 18 сентября. Именно поэтому жителям и гостям Большого Сочи в МЧС рекомендуют не находиться вблизи рек и воздержаться от купания в море. Владельцев маломерных судов предупредили о выходе в акваторию. На территории от поселка Магри до Адлера в течение ближайших суток ожидают сильные дожди с грозами, в горах возможен сход селей.

news.mail.ru/inregions/south/23/incident/14818224/

ТИБЕТ, 18 сентября

Тибетские ледники сокращаются в размерах.

Считалось, что они отступают прежде всего на низких высотах, однако новое исследование говорит о потере льда и на высоте около 6 000 м. «Ледники обезглавлены», — драматизирует гляциолог Кан Шичан из Института исследований Тибетского нагорья (КНР). Ледники Тибетского нагорья — третьего в мире «ледохранилища» после Антарктики и Гренландии — теряют массу, как ни странно, даже на самых больших высотах. Новые данные поднимают вопросы о судьбе водных ресурсов региона, особенно в связи с тем, что ледники расположены в разных климатических зонах, подчеркивает г-н Кан. Тибетский лед служит своеобразным водохранилищем, снабжающим многие области Китая и Южной Азии, где живут сотни миллионов человек. «Это явление не обязательно уникально для Тибетского нагорья, — говорит г-н Кан. — Единственный способ получить полную картину происходящего заключается в добыче новых ледяных кернов с горных вершин всего мира». Результаты исследования были представлены



в Тюбингене (ФРГ) на 28-м семинаре по Гималаям, Каракоруму и Тибету и 6-м Международном симпозиуме по Тибетскому нагорью.

earth-chronicles.ru/news/2013-09-18-51255

ПАКИСТАН, 27 сентября

Число жертв мощного землетрясения, произошедшего 24 сентября в юго-западной пакистанской провинции Белуджистан, увеличилось до 515 человек, передает в пятницу агентство Рейтер.

Ранее сообщалось о более чем 400 погибших.

Сотни людей получили травмы. Медики заявляли, что для всех пострадавших не хватает мест в больницах. Армия вертолетами вывозит их в соседние регионы.

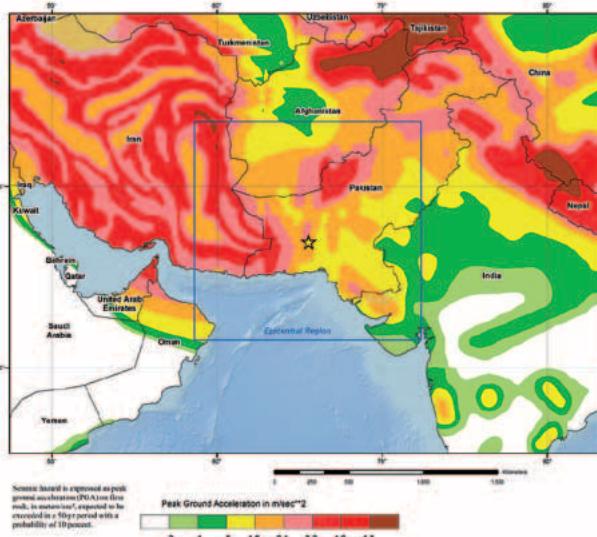
По данным Геологической службы США, магнитуда землетрясения составила 7,7. Эпицентр подземных толчков находился в 66 км северо-восточнее города Аваран, очаг землетрясения залегал на глубине 20 км. Во вторник были зафиксированы 15 афтершоков, магнитуда самого мощного из которых составила 5,9.

ТУРЦИЯ, 18 сентября

В районе Тютен провинции Муш на востоке Турции накануне ночью произошло землетрясение магнитудой 5,1 по шкале Рихтера.

Об этом, как передает Day.Az со ссылкой на Trend, сообщает агентство Anadolu. Согласно сообщению, данные о жертвах и разрушениях пока не поступали. Это уже второе землетрясение в провинции Муш за текущую неделю. Ранее, 16 сентября, на востоке Турции произошло землетрясение магнитудой 4,5.

the-day-x.ru/v-turcii-proizoshlo-silnoe-zemletryasenie-2.html



<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000yyv#summary>

ПЕРУ, 25 сентября

Землетрясение магнитудой 6,8 произошло в среду у побережья Перу, сообщается на сайте Геологической службы США (USGS).

Толчки были зафиксированы в 11.42 по местному времени (20.42 мск). Очаг землетрясения залегал на глубине 33 км, эпицентр находился в 80 км к юго-западу от города Акари (Acari) и в 504 км к юго-западу от Лимы. Информация о жертвах и разрушениях не поступала. Угрозы цунами нет.

<http://news.mail.ru/incident/14924589/>



Главный министр провинции Белуджистан Абдул Балодж объявил в округе Аваран чрезвычайное положение. На помощь спасателям были направлены военные и пограничники. Пресс-служба армии Пакистана сообщала, что в спасательной операции планируется задействовать около тысячи военных и вертолеты.

Ранее сообщалось, что боевики обстреляли из стрелкового оружия вертолет, который вез гуманитарный груз в пострадавший от произошедшего района.

<http://ria.ru/world/20130927/966290789.html#ixzz2h15iK9if>

НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ, 30 сентября

Землетрясение магнитудой 6,7 произошло в понедельник у побережья Новой Зеландии, сообщает Геологическая служба США.

Подземные толчки были зафиксированы в 17.55 по местному времени (09.55 мск) в 870 км к северо-востоку от города Фангареи. Очаг залегал на глубине 34,8 км. Информации о жертвах и разрушениях не поступало. Об угрозе возникновения цунами не сообщается.

В июле в 57 км от столицы Веллингтон произошло землетрясение магнитудой 6,5, которое привело к временной остановке поездов пригородного сообщения и отключению электроэнергии во многих районах страны.

В феврале 2011 года в результате мощного землетрясения в новозеландском городе Крайстчерч погибли 185 человек, городской центр был почти полностью разрушен.

<http://ria.ru/earth/20130930/966709377.html#ixzz2gN1ZYrVz>



США, 01 октября

В 2016 году геометрию будут изучать по архитектурной игре.

Доцент психологии Университет штата Флорида Феньфенг Ke (Fengfeng Ke) сообщила о создании компьютерной игры Earthquake Rebuild, которая развивает творческие навыки, а также с помощью архитектуры помогает изучить геометрию и математику.

Игра, глобальный выход которой планируется лишь к 2016 году, будет рассчитана на школьников среднего возраста. Ее целью является восстановление виртуального поселения после землетрясения. Earthquake Rebuild будет похожа на Lego Minecraft. Игроки будут изучать такие архитектурные принципы как симметрия и равновесие, формировать художественный вкус, выбирая цвета фасадов. Кроме того, они научатся планировать вирту-

альные финансы.
Проект по разработке и внедрению Earthquake Rebuild разделен на три этапа: тестирование, усовершенствование и широкое распространение (предполагается, что игра будет бесплатной). Последний этап намечен на 2016 год.

<http://news.rambler.ru/21401037/>



ЯПОНИЯ, 6 октября

Японцы в поисках будущих землетрясений

Япония снарядила внушительную морскую экспедицию для обнаружения места предстоящего мощного землетрясения. Японские сейсмологи вычислили, что в Тихом океане, там, где филиппинская литосферная плита встречается с евразийской плитой, в будущем должно произойти землетрясение. Сюда, к желобу Нанкай, пришли суда с учеными и аппаратурой бурения на борту. Жители Страны Восходящего Солнца не пожалеют никаких

средств для всестороннего исследования того, что еще не случилось. Дело в том, что при наихудшем развитии событий подземные толчки, случившиеся здесь, могут привести к гибели более 320 000 человек на островах

Японии. По расчетам ученых, это затмит собой землетрясение и цунами 11 марта 2011 года, последствия которых до сих пор самым трагическим образомказываются на стране. Четырехмесячная миссия должна дать сейсмологам ответы на многие важные вопросы. Они пробурят на дне скважину глубиной 3 600 метров и детально изучат полученные керны. В следующем году японцы собираются пробурить еще более глубокую скважину. Их цель — глубина 5 200 метров, на которой должен располагаться эпицентр будущего катастрофического землетрясения.

<http://www.meteovesti.ru/news.n2?item=63516743526>



РУМЫНИЯ, 6 октября

Землетрясение магнитудой 5,3 произошло в ночь на воскресенье на юго-востоке Румынии, толчки также ощущались в Молдавии.

По данным Геологической службы США, очаг землетрясения залегал на глубине 135,8 км. Эпицентр располагался в 14 км от города Нережу в румынском жудце (уезде) Вранча. Землетрясение произошло в 4.37 местного времени (5.37 мск).

Начальник сейсмоцентра академии наук Молдавии Иван Илеш рассказал РИА Новости, что толчки ощущались и в Кишиневе. По предварительным данным республиканского департамента по чрезвычайным ситуациям, жертв и разрушений в молдавской столице нет. Уезд Вранча расположен у изгиба Среднекарпатского хребта и является самым сейсмоопасным в Румынии. В 1977 году там произошло землетрясение силой 8 баллов в эпицентре и около 7,5 — в Бухаресте, погибли около 1,5 тысяч человек.

<http://ria.ru/eco/20131006/968040633.html>





А.С. АЛЕШИН,
д-р физ.-мат. наук, зав. лаб. ИФЗ РАН

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ: КАТЕГОРИЯ, БАЛЛ, МОДЕЛЬ

Проанализировано содержание основных понятий сейсмического микрорайонирования: категорий, баллов, моделей. Сделан вывод о необходимости отказа от баллов и категорий и перехода к использованию непрерывных моделей сейсмических воздействий и грунтовых массивов.

Ключевые слова: сейсмическое микрорайонирование, категория грунтов, балл, сейсмические воздействия, модели, континуальность свойств.

Основной задачей сейсмического микрорайонирования (СМР) является определение влияния грунтовых условий на интенсивность сейсмических колебаний. С целью упрощения решения задачи как сейсмические интенсивности, так и свойства грунтового массива определяются неким набором дискретных величин. Для сейсмических воздействий используется понятие балл, а свойства грунтов описываются набором характерных признаков, объединяемых понятием категория. Однако принципиальным моментом при этом представляется то, что как параметры сейсмических колебаний, так и свойства грунтового массива описываются значениями, непрерывно распределенными в пространстве, установление закономерных связей между которыми и должно быть предметом исследования при СМР. Рассмотрению возможных аспектов этой проблематики посвящен настоящий доклад.

Понятие категории грунтов традиционно используется в СМР. В отечественных нормах категория грунта определялась при помощи таблицы 1 СНиП [1]. Всего категорий грунта, согласно таблице 1, три. Это число соответствовало принятому в нормах принципу округления интенсивности сейсмических воздействий с точностью до 1 балла. Сам балл определялся макросейсмической шкалой, в которой были только целочисленные градации. Казалось, что балл и категории грунта согласованы идеально. Исходная сейсмичность отнесена к средним грунтам, относительно которых отнесение в сторону улучшения сейсмических свойств, т.е. пере-

ход в категорию лучших грунтов понижает уровень сейсмических воздействий на 1 балл, точно так же как ухудшение сейсмических свойств или переход в категорию худших грунтов повышает уровень сейсмических воздействий на 1 балл. Каждая категория грунта детально описана, что позволяет в принципе определять приращение балльности по данным инженерно-геологического описания грунтов, без необходимости количественных оценок. Наряду с качественным способом определения приращения сейсмической интенсивности в практике СМР получил широкое распространение метод сейсмических жесткостей, с помощью которого приращение сейсмической интенсивности можно было оценивать с любой дробностью до десятых и более мелких долей балла. Существование такого странного гибрида метода сейсмических жесткостей и таблицы 1 оправдывалось тем, что в каких-то случаях можно было использовать таблицу 1, не прибегая к необходимости использования инструментальных способов оценки свойств грунтовой толщи.

Следует отметить, что по существу как таблица 1, так и вообще вся методика СМР основаны на одних и тех же предположениях, которые в настоящее время устарели и требуют пересмотра.

Можно отметить следующие недостатки таблицы 1:

- дискретное описание свойств грунта и сейсмических воздействий;
- сочетание описания свойств грунта и параметров сейсмических воздействий в одной таблице;
- неучет нелинейных сейсмических явлений, в частности виброразжигания;
- таблица привязана к старой шкале MSK-64, которая не соответствует новым данным;
- неправильно учитывается влияние обводненности грунта на приращение сейсмической интенсивности.

Казалось бы, что этих недостатков лишены американские сейсмические нормы [2] и нормы ряда развитых стран. Действительно в этих нормах сейсмические воздействия задаются не баллами, а инструментальными характеристиками, связанными со спектрами реакции, учитываются нелинейные свойства грунтов при сильных сейсмических воздей-

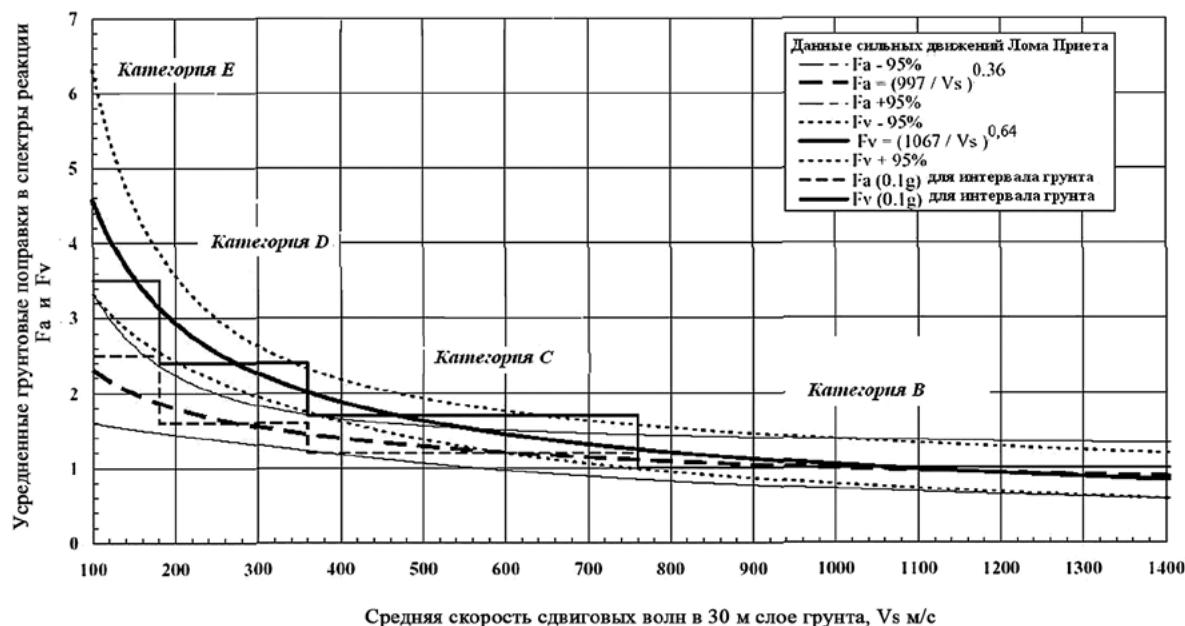


Рисунок 1 — Зависимость грунтовых поправок от категории грунта

ствиях, в явном виде не учитывается влияние обводненности на сейсмическую интенсивность, поправки за влияние грунтов отделены от таблицы, описывающей свойства грунтов.

Соответствующая таблица американских норм значительно отличается от отечественной таблицы 1: инженерно-геологическая характеристика грунтовых особенностей предельно сокращена, а сами грунты определяются количественными характеристиками: скоростями поперечных волн и некоторыми геотехническими параметрами, причем количество грунтовых категорий значительно увеличилось — вместо трех, как в отечественной таблице 1, в американских нормах рассматривается 8 категорий. Отметим также еще одно важное отличие американских норм от отечественных: расчетные характеристики грунтов относятся не к 10-метровой толще, как в отечественных нормах, а к 30-метровой толще, что отражает повышение нагрузки от фундаментов сооружений на грунтовое основание.

И, тем не менее, в американских нормах по-прежнему при описании свойств грунтов используется понятие категория. На рис. 1 приведен график зависимости грунтовых поправок от категории грунта. Это означает, что принципиальный недостаток, обусловленный дискретным представлением свойств грунтов с использованием понятия категорий и ведущий к ступенчатому заданию грунтовых поправок в сейсмическую интенсивность, сохраняется.

В актуализированной версии отечественных сейсмических норм положение даже еще хуже описанного. Структура таблицы 1 по существу не изменилась: то же использование балла как характеристики интенсивности сейсмических воздействий, та же развернутая описательная часть, так же в таблице объединены функции определения категории грунта и задания соответствующих интенсивностей. Новым элементом актуализированной таблицы

1 является информация о сейсмических свойствах грунтов: о сейсмической жесткости, о скорости поперечных волн и отношении скоростей продольных и поперечных волн. В приведенных значениях сейсмической интенсивности сделана попытка учесть нелинейную реакцию грунтов на сильные сейсмические воздействия. К трем основным категориям грунтов добавлена четвертая, к которой отнесены грунты, допускающие разжижение при достаточно сильных сейсмических интенсивностях.

Таким образом, основной недостаток в исследовании взаимосвязи свойств грунта и параметров сейсмических воздействий, заключающийся в дискретном представлении как первых, так и вторых, в актуализированной таблице так же имеет место.

Одним из существенных недостатков американских норм является то, что грунтовые поправки в них получены по данным обследования землетрясения в Лома-Приета 1989 г. Такой способ определения поправок не гарантирует их универсальность, что показывают графики сравнения грунтовых поправок, полученных разными авторами (рис. 2).

Ввиду этого особую значимость представляет модельное определение грунтовых поправок для моделей с верхним 30-метровым слоем грунта, различающегося по величине сейсмической жесткости, лежащим на скальном основании. Результаты моделирования представлены в таблице.

Модель Е	Модель D	Модель С	Модель В	Модель А
$V_s = 150 \text{ м/с}$	$V_s = 250 \text{ м/с}$	$V_s = 500 \text{ м/с}$	$V_s = 1000 \text{ м/с}$	$V_s = 2000 \text{ м/с}$
$\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$	$\rho = 1,7 \text{ г/см}^3$	$\rho = 1,9 \text{ г/см}^3$	$\rho = 2,3 \text{ г/см}^3$	$\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$
$R = 225$	$R = 425$	$R = 950$	$R = 2300$	$R = 5200$
$A = 2,4$	$A = 1,9$	$A = 1,3$	$A = 1$	$A = 1$

Здесь R — сейсмическая жесткость, A — соответствующая грунтовая поправка. Использование методики сейс-

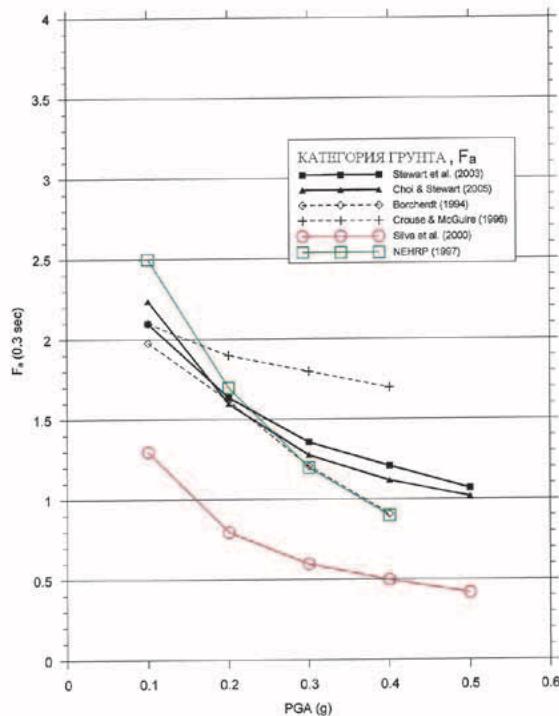
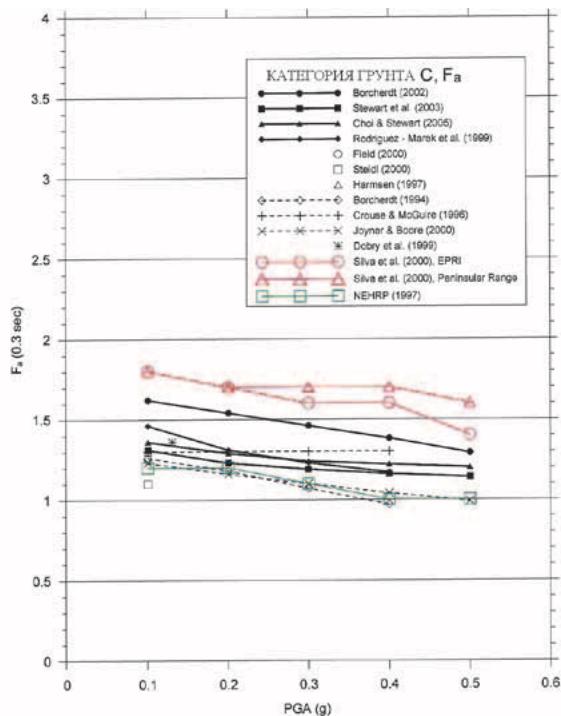


Рисунок 2 — Сравнение различных источников получения грунтовых поправок

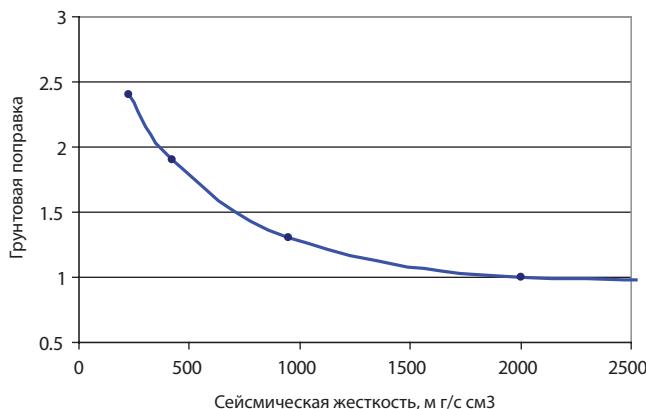


Рисунок 3 — Зависимость грунтовой поправки от сейсмической жесткости

мических жесткостей позволяет перейти к принципиально новому описанию взаимосвязи свойств грунта и параметров сейсмических воздействий с использованием непрерывных (не дискретных) величин. В отношении сейсмических воздействий это уже используется в американских нормах, в которых вместо балла сейсмические воздействия описываются инструментальными величинами, например, ускорениями. Но использование сейсмических жесткостей позволяет описывать свойства грунтового массива также непрерывным способом. Сейсмическая жесткость «среднего грунта» определяет «нулевую точку», относительно которой определяются грунтовые поправки, причем непрерывно на оси сейсмических жесткостей. Следует заметить, что нечто подобное уже имело место в отечественных нормативных документах.

Так в документе [3] «средние» грунты были характеризованы следующим набором признаков: $V_p = 500-700 \text{ м/с}$, $V_s = 250-350 \text{ м/с}$, $\rho = 1,7-1,8 \text{ г/см}^3$. Остается сделать еще один шаг и охарактеризовать «средние» грунты вполне определенным значением сейсмической жесткости. В качестве таковой можно взять значение сейсмической жесткости, соответствующее категории В американских норм. Этим мы исключим влияние нелинейной реакции грунтов на достаточно сильные сейсмические воздействия. За «нулевую точку» предлагается взять значение сейсмической жесткости $\rho V_s = 2000 \text{ м·г/с·см}^3$. На рис. 3 приведен график зависимости грунтовой поправки от величины сейсмической жесткости.

Логарифмируя зависимость A от R , можно получить выражение $\lg A = -0,4 \lg R + 1,32$. С помощью этого выражения по величине сейсмической жесткости можно получить значение грунтовой поправки.

Тем самым использование понятия категории становится излишним. Свойства сейсмической среды описываются непрерывной величиной — сейсмической жесткостью. Кстати, в американских нормативных документах приводится непрерывная кривая связи грунтовой поправки и характеристики грунта, определяемой значением скорости поперечных волн. Описание свойств грунта величиной сейсмической жесткости физически более оправдано.

Аргументация, что инженерно-геологическое описание свойств грунта необходимо в случае отсутствия сейсморазведочных наблюдений, опровергается тем, что при инженерных изысканиях под строительство всегда определяют основные характеристики грунта — плотность и параметры механических испытаний. В практике работ по СМР в ИФЗ РАН успешно используется способ оценки сейсмических

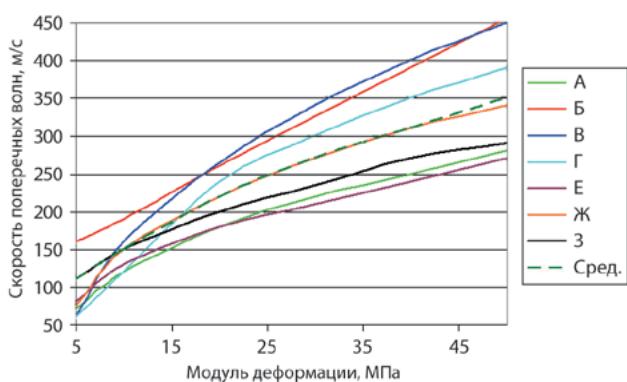


Рисунок 4 — Связь инженерно-геологических (Едеф) и сейсмических (Ед) характеристик

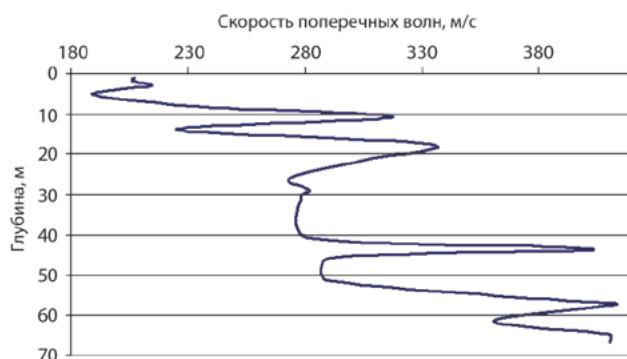


Рисунок 5 — Скоростной разрез, полученный по данным пенетрационных испытаний

свойств грунтов по корреляционным связям инженерно-геологических и сейсмических параметров, например, модуля общей деформации и модуля сдвига [4]. На рис. 4 приведена зависимость модуля общей деформации от величины динамического модуля упругости.

Другая возможность определения сейсмических характеристик грунтов из данных инженерной геологии связана с использованием для этих целей данных пенетрационных испытаний. Используя соотношение из работы [5]:

$$G_{max} = 1634(q_c)^{0,25}(\sigma'_{v0})^{0,375}, \text{ где } G_{max} — \text{динамический модуль сдвига,}$$

$G_{max} = \rho V s^2$, где σ'_{v0} — геостатическое давление вышележащих слоев грунта, можно определить величину скорости поперечных волн. В приведенном выражении все величины — G_{max} , σ'_{v0} , q_c — измеряются в кПа.

На рис. 5 приведен скоростной разрез, полученный по данным пенетрационных испытаний.

Тем самым по данным инженерно-геологических изысканий имеется возможность оценки сейсмических свойств грунта, не производя сейсморазведочных наблюдений. Точность оценки сейсмических параметров вполне удовлетворяется целям СМР. Сопоставление результатов СМР по расчетному методу и при использовании данных сейсморазведки пока-

зывает вполне удовлетворительное совпадение. Сказанное не только удешевляет изыскания, но и делает излишним использование таблиц, подобных таблице 1 СНиПа.

Поскольку, как показано выше, использование категорий грунтов не эффективно, основным понятием, определяющим особенности инженерно-сейсмологических изысканий на изучаемой территории, представляется модель сейсмогрунтовых условий. К этому понятию относятся все локальные особенности геологической обстановки, определяющие специфику сейсмических воздействий — их амплитуду и спектральный состав. При этом желательна замена балла и приращения балла физически более содержательными величинами, например, уровнем ускорения или спектрами реакции.

Конечной задачей сейсмического микрорайонирования на площадке предполагаемого строительства является картирование моделей грунтовых толщ, различающихся реакцией на сейсмические воздействия, подходящие к ним со стороны упругого (скального) полупространства. Каждый отдельный участок районируемого объекта характеризуется набором параметров сейсмического воздействия, определяемого совокупным влиянием как исходного сейсмического воздействия, так и локальными свойствами грунтовой толщи.

Предлагается все разнообразие локальных сейсмогрунтовых условий на исследуемой территории разделить на некоторое количество типовых моделей, каждой из которых должна соответствовать особая амплитудно-частотная характеристика. Содержание работ в рамках СМР состоит, таким образом, в определении набора моделей и картировании их на районируемой территории. В соответствии с этой картой можно будет определять оптимальные для данной модели конструкции зданий и сооружений.

Относительно количества моделей можно сделать некоторые предположения. При классификации частотных характеристик разумно использовать октавный принцип: максимум частотной характеристики должен отличаться от соседнего представителя на октаву. Можно считать, что частотный диапазон сейсмических колебаний, существенный для целей СМР лежит в пределах периодов от 10 до 0,5 Гц, что составляет примерно 4 октавы. В каждом октавном окне выделяются три различных уровня соответственно средних, лучших и худших условий. С учетом сказанного получаем оценку количества моделей $4 \times 3 = 12$ различных моделей. Разумеется, что реальное количество моделей зависит от сложности сейсмогрунтовых условий на территории районаруемого объекта и может быть меньше этой величины.

Помимо определения параметров сейсмических воздействий на карте СМР необходимо выделить участки развития опасных геологических процессов — оползней, карсто-суффозионных явлений, подтопления. Таким образом, на карте СМР и в легенде к ней следует выделить следующие элементы:

а) Модели сейсмогрунтовых условий, Каждая модель определяется набором и расположением слоев грунта, представленных в разрезе, характерном для участка территории. Каждый слой характеризуется мощностью, плотностью, упругими (V_p , V_s) и диссипативными (a_p , a_s) характеристиками, а также формой границ.

6) Для каждой модели определяется своя амплитудно-частотная характеристика и коэффициент усиления (уровень).

в) Участки развития опасных геологических процессов.

Изложенные общие соображения подкрепляются в докладе конкретными примерами.

В результате изложенной работы получены следующие результаты:

1. Понятие категории грунта тесно связано с понятием балла.

2. Инструментальные характеристики сейсмических воздействий делают ненужным использование балла.

3. Для описания свойств грунтового массива предлагаются использовать числовые характеристики: скорости V_s , плотности и/или сейсмическую жесткость.

4. Использование величины сейсмической жесткости

позволяет характеризовать грунтовый массив непрерывными параметрами и тем самым отказаться от понятия грунтовых категорий.

5. Нормативно закрепляются параметры «среднего» грунта, по отношению к которому определяются грунтовые поправки.

6. В качестве «среднего» грунта рекомендуется принять грунты повышенной сейсмической жесткости, что позволит избежать влияния нелинейности.

7. Для учета влияния свойств грунта на сейсмическую интенсивность предлагается использовать грунтовые коэффициенты.

8. С использованием техники компьютерного моделирования получены значения грунтовых коэффициентов.

9. В случаях, когда сейморазведочные работы в составе СМР не производятся, предлагается для определения скоростей поперечных волн использовать корреляционные соотношения с данными инженерной геологии.

Список использованной литературы

1. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. М., 1982.

2. BSSC (BUILDING SEISMIC SAFETY COUNCIL). 2001: NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures, 2000 Edition, Part 1: Provisions, prepared by the Building Seismic Safety Council for

the Federal Emergency Management Agency (Report FEMA 386), Washington, D.C.

3. Республиканские строительные нормы. РСЧ-60-86. М.: Стройиздат, 1986.

4. Применение сейсмоакустических методов в гидрогеологии и инженерной геологии. М.: Недра, 1992.

5. Rix, G. J. and Stokoe, K. H. (II) (1991), "Correlation of Initial Tangent Modulus and Cone

Penetration Resistance", in Huang, A. B. (Ed.), Calibration Chamber Testing: Proceedings of the First International Symposium on Calibration Chamber Testing ISOCTI, Potsdam, New York, 28–29 June 1991, Elsevier Science Publishing Company, New York, pp. 351–362.

Материалы хранятся по адресу:
127550, г. Москва, Дмитровское шоссе, 43-1-83,
e-mail: Asa@ifz.ru

Сейсмически активные зоны России

Территория России в целом характеризуется умеренной сейсмичностью

Северный Кавказ

Составная часть Крым-Кавказ-Коптадгской зоны Иран-Кавказ-Анатолийского сейсмоактивного региона
Крупные землетрясения: в Дагестане (1971 г., $M=6.6$, $I_0=8-9$ баллов), в Чечне (1976 г., $M=6.2$, $I_0=8-9$ баллов).



Алтай и Саяны

Один из наиболее сейсмоактивных внутренних континентальных регионов мира
Крупные землетрясения: в Кош-Агачском районе Республики Алтай (2003 г., $M=7.5$, $I_0=9-10$ баллов).

Байкальская рифтовая зона

Байкальский рифт расположен на стыке Амурской и Евро-азиатской литосферных плит. Одна из самых сейсмоактивных зон России.
Крупные землетрясения: Мондинское (1950 г., $M=7.1$, $I_0=9$ баллов), Муйское (1957 г., $M=7.7$, $I_0=10$ баллов), Среднебайкальское (1959 г., $M=6.9$, $I_0=9$ баллов)



Приамурье и Приморье

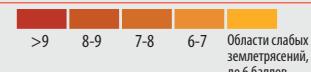
Характеризуются умеренной сейсмичностью
Крупные землетрясения: на севере Амурской области (1967 г., $M=7.0$, $I_0=9$ баллов).

Чукотка и Корякское нагорье

Крупные землетрясения: Хаилинское землетрясение 1991 г. ($M=7.0$, $I_0=8-9$ баллов), в Корякском нагорье (2006 г., $M=7.8$, $I_0=9-10$ баллов)



Интенсивность землетрясений, в баллах



Курило-Камчатская зона

Часть Тихоокеанского огненного кольца, которое характеризуется повышенным вулканизмом и сейсмичностью.
Крупные землетрясения: в сравнительно узкой полосе между океаническим желобом, Камчаткой и Курильскими островами (1737, 1780, 1792, 1841, 1918, 1923, 1952, 1958, 1963, 1969, 1994, 1997 гг. и др., $M=8.0-8.5$, $I_0=10-11$ баллов). Многие сопровождались мощными цунами высотой 10-15 м и выше

Сахалин

Расположен на границе Китайской и Охотоморской плит
Крупные землетрясения: Нефтегорское (1995 г., $M=7.5$, $I_0=9-10$ баллов), Монеронское землетрясение (1971 г., $M=7.5$, $I_0=7$ баллов), Углегорское землетрясение (2000 г., $M=7.1$, I_0 около 9 баллов)

M – магнитуда. Характеризует энергию, выделившуюся при землетрясении. Шкала магнитуд не имеет верхней границы, но фактически самые сильные землетрясения в истории имели M не более 9.0–9.5
 I_0 – интенсивность в эпицентре (по 12-балльной шкале). Характеризует сотрясение земной поверхности и масштаб вероятных разрушений

Источник: РИА Новости



Е.А. РОГОЖИН,
д-р геол.-минерал. наук,
проф., зам. директора
ФГБУН Институт физики
Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,

А.И. ЛУТИКОВ, канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр.
ФГБУН Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
и Геофизической службы РАН (г. Обнинск),

А.Н. ОВСЮЧЕНКО, канд. геол.-мин. наук, вед. науч. сотр.
ФГБУН Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

и другие

ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА В ДЕТАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

Приводятся результаты нового обобщения данных о сейсмической опасности Северного Кавказа. Подготовлен принципиально новый макет сейсмотектонической основы для карты сейсмической опасности региона. На базе этого макета проводятся расчеты сейсмических воздействий на вероятностной основе. На составленных картах Северный Кавказ выглядит сейсмоопасной областью, где уровень сейсмических воздействий достигает 8.5 баллов по картам А, В и несколько превышает 9 баллов по карте С. В то же время, по сравнению с данными карты ОСР-97 полученные результаты выглядят более дифференцировано и в целом заметно понижают уровень сейсмической опасности региона. Работа важна с методической точки зрения в свете перспектив составления новой карты общего сейсмического районирования для территории России.

Ключевые слова: сейсмотектоника, зона ВОЗ, сейсмичность, разломы, землетрясение, сейсмическая опасность, оценка, линеймент, палеосейсмогеология, сейсмодислокация.

Исследование катастрофических природных явлений, в первую очередь сильных землетрясений, является важнейшей частью более общей и весьма актуальной проблемы обеспечения экологической безопасности и безопасности населения, особенно в виду заметного увеличения ущерба от сильных землетрясений и связанных с ними цунами, оползней, обвалов и др. Особенно актуально это для таких тектонически активных областей, как Кавказ.

Северный Кавказ отличается высокой плотностью населения, развитой инфраструктурой и в основном низким качеством гражданской застройки. Последнее обстоятельство в полной мере проявилось при умеренном Курчалойском землетрясении 11 октября 2008 г. ($M_s = 5.8$) на территории Чеченской Республики и Республики Дагестан, при котором имелись человеческие жертвы и серьезные разрушения [Рогожин, Овсяченко, 2011].

Оценка сейсмической опасности для Кавказского региона в целом последний раз проводилась в ходе Международного проекта GSHAP в середине 90-х годов XX века [Balasanian et al., 1999]. С тех пор новых обобщений по оценке сейсмической опасности для региона в целом не выполнялось, хотя исследования в этом направлении проводятся здесь регулярно.

В настоящей статье приводятся результаты нового обобщения данных о сейсмической опасности региона. Работа проводится в рамках темы «Разработка детальной карты нового поколения оценки сейсмических рисков территории Северо-Кавказского федерального округа». Основанием для выполнения научно-исследовательской работы является п. 31 ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2015 года», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации № 555 от 7 июля 2011 года. Для составления такой карты требуется разработать новую детальную карту сейсмической опасности региона.

В настоящее время подготовлен принципиально новый макет сейсмотектонической основы для карты сейсмической опасности Северного Кавказа. На базе этого макета проводятся расчеты сейсмических воздействий на вероятностной основе.

Состав исследований при разработке карт сейсмической опасности

Круг задач, решаемых при разработке макета новой карты сейсмической опасности Северного Кавказа, можно подразделить на три блока [Лутиков, Рогожин, Овсяченко, 2008]:

- Первый блок объединяется под названием сейсмотектонических исследований и связан с картированием по сейсмогеологическим, неотектоническим и геодезическим данным сейсмоактивных тектонических структур на рассматриваемой территории, созданием ее сейсмотектонической модели и оценкой их сейсмического

потенциала. Итогом этих работ является составление карты зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ).

■ Второй блок — это детальное изучение сейсмичности, причем здесь область анализа существенно шире, чем при сейсмотектонических исследованиях, поскольку необходимо учитывать возможный вклад в сейсмический эффект удаленных от объекта исследования высокомагнитудных зон ВОЗ, выявленных ранее на стадии общего сейсмического районирования (ОСР). При этом целесообразно использовать возможно более полный каталог землетрясений, составленный для области, границы которой отстоят на 150–200 км от рамок карты сейсмической опасности. Итогом работ по этому блоку являются схемы эпицентров сильных и слабых представительных сейсмических событий, распределения сейсмичности по глубине, данные о наклонах графиков повторяемости и схемы (матрицы) сейсмической активности, рассчитываемые в пределах каждой области, для которой был построен особый график повторяемости.

■ Третий, заключительный блок включает установление параметров уравнения макросейсмического поля (в большинстве случаев уже известного по литературным источникам) и на его основе по схемам сейсмической активности и зон ВОЗ с учетом наклона графика повторяемости проведение расчетов повторяемости сейсмических сотрясений различной интенсивности на территории, где оценивается сейсмическая опасность. Итогом этих работ является картирование исходного сейсмического балла в рамках карты сейсмической опасности с вероятностями возможного превышения в течение 50 лет 10%, 5% и 1%.

При этом в работах 1-го блока на стадии оценки сейсмического потенциала привлекаются данные о сейсмичности, полученные в результате исследований в рамках 2-го блока.

Сейсмотектонические исследования

Выделение сейсмоактивных тектонических структур осуществляется на основе:

1. Сбора, анализа и обобщения фондовых материалов по сейсмичности, геологии, тектонике, новейшей тектонике, четвертичной и современной активности геологических структур, глубинному строению с использованием картографического материала М 1: 1 000 000 и крупнее.

2. Выявления и предварительного определения параметров активных тектонических структур по данным дистанционного зондирования (дешифрирование аэро-, космоснимков и цифрового рельефа).

3. Детального геолого-геоморфологического изучения активных тектонических структур, изучение сейсмодеформаций и палеосейсмодислокаций в районах исследований (полевые работы), отбор образцов и датировка истории движений по разломам.

4. Обобщения всего имеющегося материала в виде карт палеосейсмодислокаций, активных разломов и зон ВОЗ.

На основании анализа имеющихся сейсмологических баз данных был составлен Сводный унифицированный по магнитуде M_5 каталог исторических и инструментально зарегистрированных землетрясений, который охватывает Северокавказский регион РФ и сопредельные территории в следующих границах $41.5^\circ\text{--}47^\circ\text{ с. ш.}, 36^\circ\text{--}48.5^\circ\text{ в. д.}$ (рис. 1).

Итогом обобщения широкого круга опубликованных материалов и результатов собственных полевых исследований Е. А. Рогожиным и А. Н. Овсяченко с использованием литературных и собственных данных явилась схема активных разломов и флексурно-разрывных зон Северного Кавказа (рис. 2). Под активными понимаются тектонические разломы, демонстрирующие смещения на протяжении позднего плейстоцена — голоцене, т.е. последних 100–130 тыс. лет [Трифонов и др., 1993]. Разломы были ранжированы по величине и характеру смещений; выделены основные и второстепенные разломы. В качестве основных выделены разломы, для которых установлены проявления сильных землетрясений. В случае наличия данных, разломы были ранжированы по кинематике молодых смещений.

При первом взгляде на карту обращает на себя внимание увеличение количества разломов при продвижении с востока на запад. В то же время, давно известно, что Восточный Кавказ по сравнению с Западным гораздо более активен в сейсмотектоническом отношении [Милановский, 1968]. Указанное противоречие на карте связано со слабой изученностью Восточного Кавказа в целом, и все же, как видно из рис. 2, количество основных активных разломов на Восточном Кавказе больше.

В результате комплексного анализа сейсмотектонических данных с привлечением результатов палеосейсмологических исследований была составлена сводная карта зон ВОЗ Северного Кавказа (рис. 3), являющаяся сейсмотектонической основой карт сейсмической опасности Северного Кавказа.

Эта карта в корне отличается от карты сейсмолинеаментов региона своей детальностью, более высокой дробностью оценок M_{max} и приуроченностью зон ВОЗ к реальным тектоническим нарушениям разных рангов.

Оценка сейсмической опасности

Северного Кавказа

На основе карты зон ВОЗ (рис. 3) были составлены карты сейсмической опасности в детальном масштабе для региона Северного Кавказа в терминах и по методике построения карт ОСР-97 А, В и С. При этом было признано оправданным при расчетах сейсмической опасности в баллах нормативной макросейсмической шкалы MSK-64 использовать непосредственно уравнение макросейсмического поля для Кавказского региона [Сейсмическое районирование территории СССР, 1980].

Поясним общие принципы построения этих карт. Карты сейсмической опасности в детальном масштабе для региона Северного Кавказа строились на основе расчета сейсмической сейсмичности [Сейсмическая сейсмичность территории СССР, 1979] по детальной сетке с размером ячеек $10' \times 0.165^\circ$ по широте $'15' (0.25^\circ)$ по долготе. При расчетах использовалась матрица M_{max} , являющаяся цифровым аналогом карты зон ВОЗ, а также матрицы сейсмической активности для шести частично перекрывающихся сегментов Северного Кавказа, сейсмический режим для которых изучался раздельно. В соответствии с дифференциацией сейсмотектонических условий вся исследуемая территория сначала была подразделена на две области по широте — предгорный и горный Кавказ, а затем еще на три по долготе: западную, центральную и восточную, таким образом,

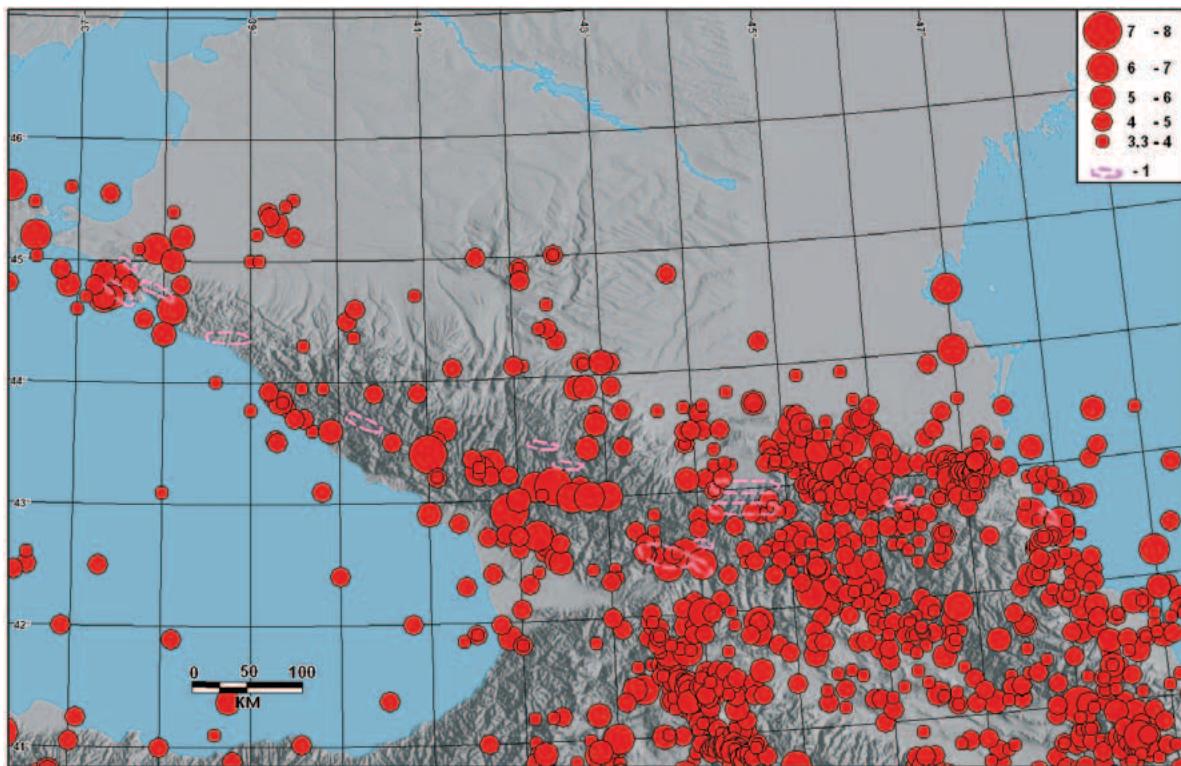


Рисунок 1 — Эпицентры землетрясений Северного Кавказа и сопредельных территорий по инструментальным и историческим данным с древнейших времен по 2012 г. ($M \geq 3.3$)

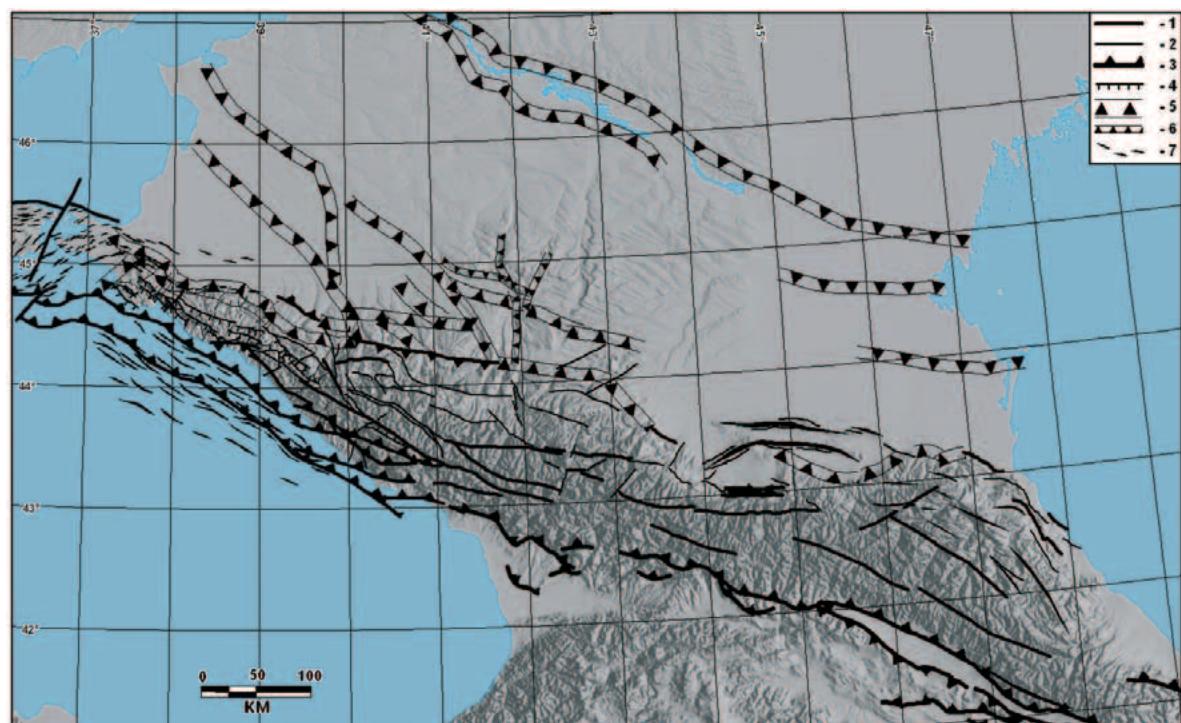


Рисунок 2 — Карта активных тектонических структур Северного Кавказа

Условные обозначения: 1–4 — активные разломы: 1 — основные, без ранжирования по кинематике; 2 — второстепенные; 3 — взбросы (бергштрихи направлены в сторону поднятого крыла); 4 — сбросы (бергштрихи направлены в сторону опущенного крыла); 5 — основные флексурно-разрывные зоны; 6 — второстепенные флексурно-разрывные зоны; 7 — оси антиклинальных складок

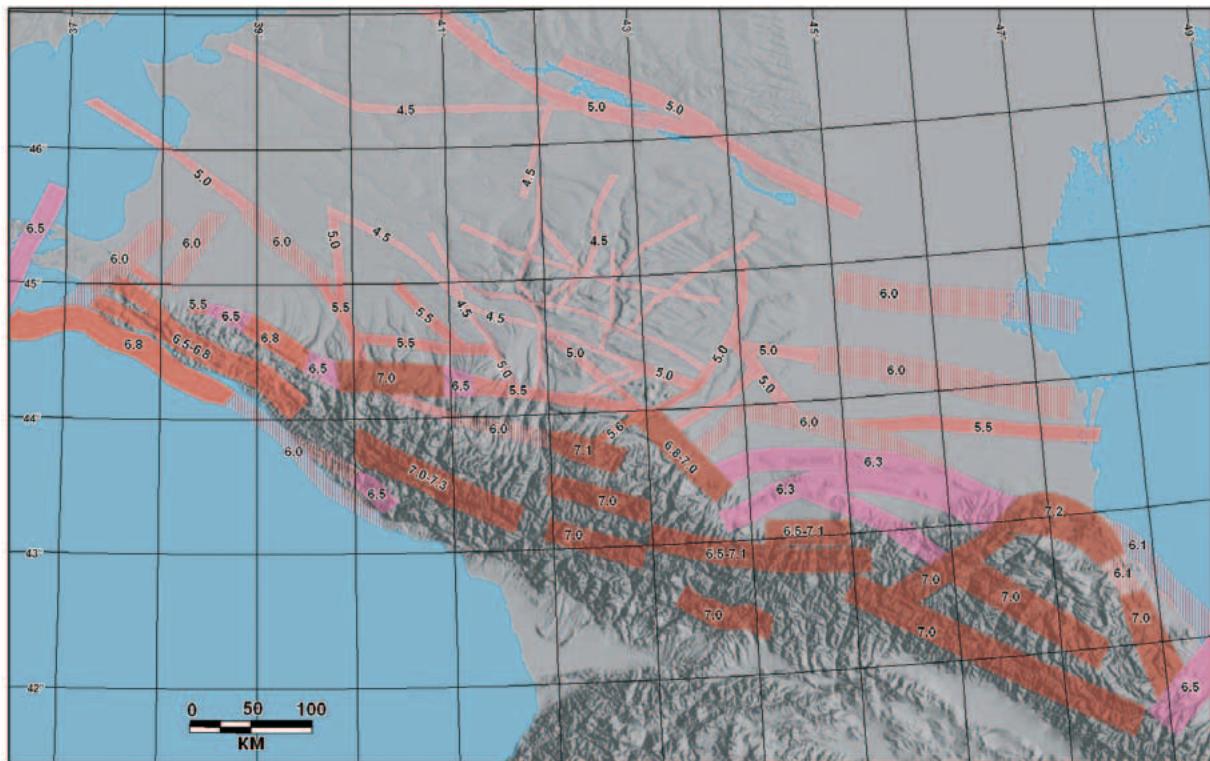


Рисунок 3—Карта зон ВОЗ Северного Кавказа с указанием их сейсмического потенциала (M_{\max})

сейсмический режим был изучен раздельно на 6 сегментах кавказского региона. Каждый из рассмотренных сегментов Кавказа имел свой наклон графика повторяемости (параметр b), причем значения параметра b несколько различались между собой (табл. 1).

Как видно из табл. 1 наклон графиков повторяемости (параметр b) монотонно возрастает в направлении с запада на восток. В то же время в направлении с севера на юг такая тенденция прослеживается только для Западного Кавказа. Поскольку параметр b характеризует степень дробности геологической среды [Арефьев, 1989], можно отметить, что, вероятно, количество разноранговых тектонических нарушений возрастает в восточном направлении.

Сейсмическая активность. Для детального знания повторяемости землетрясений различных магнитуд на рассматриваемой территории строилась матрица сейсмической активности $A_{3,3}$, являющаяся аналогом сейсмической активности A_{10} (Сейсмическая сотрясаемость территории СССР, 1979), которая вместе с матрицей M_{\max} также используется для расчета сейсмической сотрясаемости. В матрице сейсмической активности $A_{3,3}$ (магнитуда $M_S = 3.3$ соответствует землетрясениям с энергетическим классом $K = 10$, тем самым сохраняется преемственность в оценках величины сейсмической активности к исследованиям прошлых лет и обеспечивается сопоставимость полученных результатов) значения сейсмической активности отнесены к центрам узлов координатной сетки. Расчеты велись для ячеек разме-

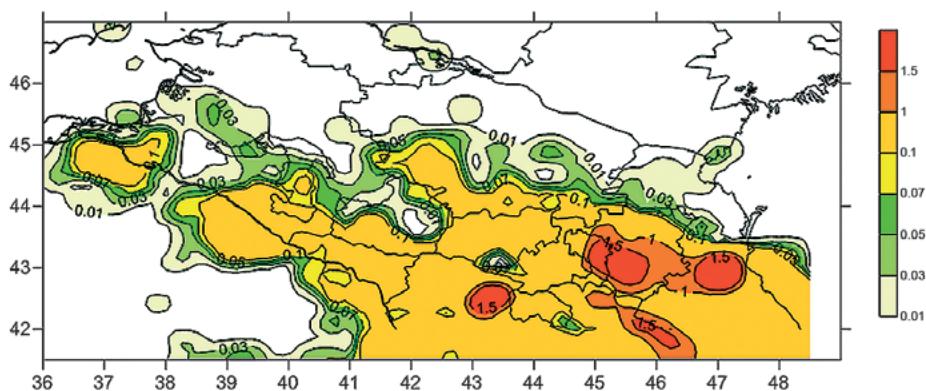
Таблица 1—Положение исследуемых областей и значения параметра b

№ сегментов	Широта	Долгота	Параметр b
1	44°- 47°	36°- 41°	0/76±0/02
2	41.5°- 44.5°	37°- 41°	0.88±0/04
3	44°- 47°	40.5°- 43°	0/97±0/06
4	41.5°- 44°	40.5°- 43.5°	0/95±0/065
5	44°- 46.5°	43°- 48°	1/08±0/05
6	41.5°- 44.5°	43.5°- 48.5°	1.08±0/02

ром 10' (0.167°) по широте и 15' (0.25°) по долготе. Напомним, что сейсмическая активность определяется как

$$A_0 = (1 - 10^{-b}) / 10^{-b} (M_{\min} - M_o) \times (T_0 S_0) / (TS) \times N_s, \quad (1)$$

где b — наклон графика повторяемости (в данном случае $b = -0.843$); $M_{\min} = 2.5$ — наименьшая представительная магнитуда (уровень представительности); $M_o = 3.33$ — магнитуда землетрясений, которой соответствует рассчитываемая активность A_0 ; S — площадь площадки осреднения; T — период представительного наблюдения землетрясений; S_0 — принятая в соответствии с A_0 единица нормирования по площади (в данном случае $S_0 = 1000 \text{ км}^2$); T_0 — единица времени (1 год); N_s — общее число землетрясений различных магнитуд $M > M_{\min}$ наблюденных за время T на площади S . По сути дела, сейсмическая активность A_0 имеет смысл среднего числа землетрясений с магнитудой M_o в год на площади в 1000 кв. м.

Рисунок 4 — Карта сейсмической активности А_{3.3} Северного Кавказа и сопредельных территорий

Данные по расчету сейсмической активности (матрицы сейсмической активности) во всех перечисленных выше 6 сегментах Кавказа обобщены на общей для всего рассматриваемого региона карте сейсмической активности (рис. 4).

Карты сейсмической опасности. Расчет сейсмической сотрясаемости в данной точке (ячейке матрицы сотрясаемости) осуществляется путем численного интегрирования сейсмических воздействий в этой точке от всех сейсмических источников (ячейки матрицы M_{max}) на рассматриваемой территории с учетом средней частоты повторения в них землетрясений различных магнитуд (ячейки матрицы сейсмической активности) от M_0 вплоть до M_{max} . При этом средняя частота повторения землетрясений с магнитудами $M \leq M_{max}$ определяется в каждой ячейке матрицы M_{max} по величине сейсмической активности $A_{3.3}$ в этой ячейке и наклону графика повторяемости [Сейсмическая сотрясаемость территории СССР, 1979].

При расчетах использовалось уравнение макросейсмического поля, применяемое для Кавказа

$$I = 1.5 M_s - 3.5 \lg R + 3.0, \quad (2)$$

где R — расстояние между гипоцентром землетрясения и точкой наблюдения, то есть $R = \sqrt{(\Delta^2 + h^2)}$. Здесь Δ и h — соответственно эпицентральное расстояние и глубина очага в километрах.

Расчет сейсмических воздействий в баллах макросейсмической шкалы MSK-64 проводился раздельно для каждого из 6 выделенных сегментов Кавказа с 1%, 5% и 10% уровнями вероятности их превышения за 50 лет, что соответствует

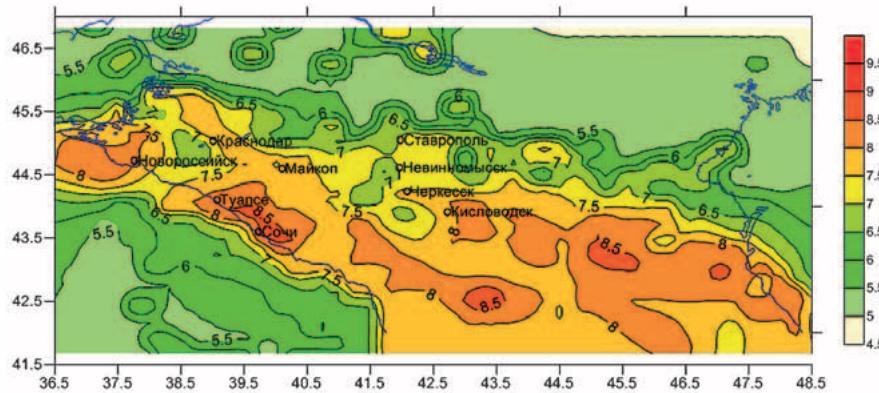
средним периодам повторения соответственно 1 раз в 5000, 1000 и 500 лет. При этом использовалась программа расчета матриц балльности с соответствующими средними периодами повторения, ядром которой является подпрограмма расчета сейсмической сотрясаемости (B) [Сейсмическая сотрясаемость территории СССР, 1979]. В ней используются матрица M_{max} ; матрица сейсмической активности $A_{3.3}$; наклон графика повторяемости b и средняя глубина сейсмоактивного слоя, выбирающаяся в соответствии с региональными распределениями гипоцентров по глубине и из соображений предельной (наименьшей возможной) глубины очага для соответствующих магнитуд M_{max} [Шебалин, 1969]. Программа совместно разработана в ИФЗ РАН и ГС РАН.

Ниже приводятся полученные карты сейсмической опасности для территории Северного Кавказа РФ (рис. 5–7).

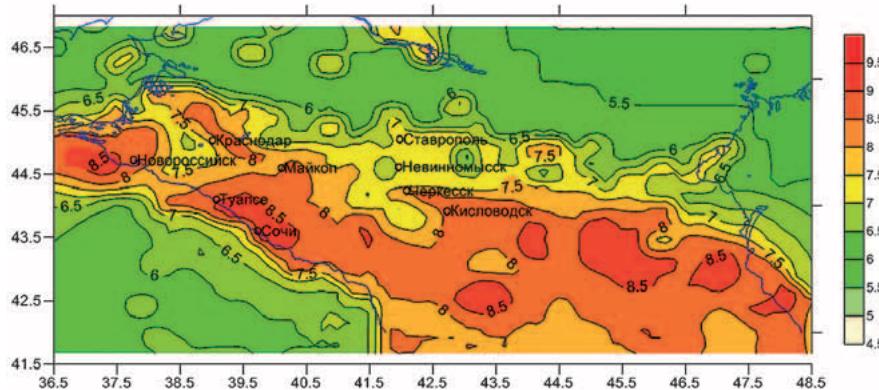
На составленных картах Северокавказский регион выглядит сейсмоопасной областью, где уровень сейсмических воздействий достигает 8.5 баллов по картам А, В и несколько превышает 9 баллов по карте С (в терминах карты ОСР-97). В то же время, по сравнению с фрагментами карт ОСР-97 для Кавказа полученные результаты выглядят более дифференцировано и в целом заметно понижают уровень сейсмической опасности региона. Это представляется очень существенным на фоне активного хозяйственного освоения территории в ходе проектирования, строительства и эксплуатации трубопроводных систем высокого давления, а также олимпийских объектов Зимней Олимпиады 2014 г в Сочи.

Список использованной литературы

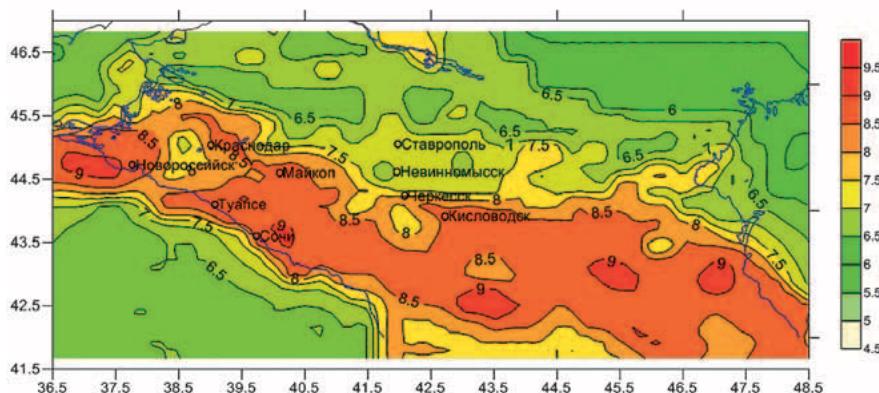
1. Арефьев С. С. О картировании основных параметров сейсмического режима // Вопросы инженерной сейсмологии, 1989. вып. 30. С. 4–14.
2. Лутиков А.И., Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н. Методика оценки сейсмической опасности на стадии уточнения исходной сейсмичности // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Третьей Международной сейсмологической школы. Кисловодск, 2008. С. 81–86.
3. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, 483 с.
4. Несмеянов С. А. Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа. М.: Недра, 1992, 254 с.
5. Рогожин Е. А., Рейннер Г. И., Иогансон Л. И. Оценка сейсмического потенциала Большого Кавказа и Апеннин независимыми методами // Геофизика и математика XXI. Современные математические и геологические модели в задачах прикладной геофизики. М.: ОИФЗ РАН, 2001. С. 279–299.
6. Рогожин Е. А., Овсяченко А. Н. Сейсмическая и геологическая активность тектонических нарушений Северо-Западного Кавказа // Физика Земли. 2005. № 6. С. 29–42.
7. Рогожин Е. А., Овсяченко А. Н., Мараханов А. В. Дислокации сильнейших древних землетрясений Приэльбрусья // Доклады АН, 2008. Т. 422. № 1. С. 98–101.



**Рисунок 5 — Карта ДСР-А Северного Кавказа с 10% вероятностью превышения в течение 50 лет.
Средний период повторения 500 лет**



**Рисунок 6 — Карта ДСР-В Северного Кавказа с 5% вероятностью превышения в течение 50 лет.
Средний период повторения 1000 лет**



**Рисунок 7 — Карта ДСР-С Северного Кавказа с 1% вероятностью превышения в течение 50 лет.
Средний период повторения 5000 лет**

8. Рогожин Е. А. Овсяченко А. Н. Сейсмотектоническая позиция Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. //Наука и образование в Чеченской Республике: достижения и перспективы развития. Матлы Всероссийской научно-практической конф. посвященной 10-летию со дня основания КНИИ РАН. Грозный: КНИИ РАН, 2011. С. 378–381.
9. Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1980. 308 с.

10. Сейсмическая сотрясаемость территории СССР. Отв. ред. Ю. В. Ризниченко. М.: Наука, 1979. 190 с.
11. Уломов В. И., Шумилина Л. С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации — ОСР-97. Масштаб 1:8 000 000: Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 57 с.

12. Шебалин Н. В. О предельной магнитуде и предельной балльности землетрясений// Изв. АН СССР. Физика Земли. 1969. № 1.
13. Balasanian S., Ashirov T., Chelidze T., et al. Seismic hazard assessment for the Caucasus test area// Annali di Geofisica. V. 42, No. 6, 1999, p.1139–1152.

Материалы хранятся по адресу:
123242, г. Москва, Б. Грузинская, 10,
тел.: (499) 254-99-50,
e-mail: eurog@ifz.ru



P.P. ЛАБАЗАНОВ,
канд. техн. наук,
Грозненский государственный
нефтяной технический университет

ОЦЕНКА СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Сейсмологическая ситуация района строительства является определяющей при принятии проектных решений по обеспечению сейсмостойкости зданий и сооружений. Сейсмологическая ситуация на территории Чеченской Республики с учетом грунтовых условий, оползневых процессов и техногенной сейсмичности очень сложная. Это требует серьезного подхода при проектировании и восстановлении зданий различного назначения с целью обеспечения их надежности по нормам сейсмостойкого строительства.

Ключевые слова: сейсмическая активность, землетрясения, очаг землетрясения, наведенные землетрясения, техногенная сейсмичность, Чеченская Республика, эпицентр землетрясения, мелкофокусные землетрясения, нормальные землетрясения, глубокофокусные землетрясения, просадочные грунты, оползневые процессы.

Чеченская Республика расположена в центральной части Северного Кавказа. Рассматриваемая территория находится в активной сейсмической зоне. Документально закрепленные данные по литературным источникам (с 1688 года) свидетельствуют о высокой сейсмической активности данной территории. С этого периода фиксировались землетрясения интенсивностью 6–8 баллов. По результатам анализа исторических землетрясений, проведенным Керимовым И.А., Гайсумовым М.Я. [7, 8], землетрясения такой интенсивности происходили на всей территории Чеченской Республики. Авторами исследований на основе карты, составленной Уломовым В.И., была составлена откорректированная карта эпицентров землетрясений Кавказа (рис. 1), которая также подтверждает высокую сейсмическую активность рассматриваемой территории.

Вопросами изучения инженерно-сейсмологической обстановки территории Северного Кавказа и, в частности, Чеченской Республики занимались многие ученые. Наиболее подробный и значительный обзор состояния изученности данного вопроса приведен в известных работах И.В. Ананьина и Г.П. Горшкова [3].

Керимовым И.А. и Бадаевым С.В. [8] на основе расчетных данных, выполненных по формуле Ризниченко Ю.В., была получена карта сейсмической активности (рис. 2), а также карта плотности эпицентров землетрясений (рис. 3) территории Чеченской Республики за период 1960–2011 гг.

Исходными материалами при изучении сейсмичности территории послужили несколько источников: Атлас землетрясений в СССР под ред. Е.Ф. Саваренского М., 1962, Новый каталог землетрясений Северного Кавказа с древнейших времен до 1975 года, электронный каталог землетрясений Северного Кавказа с древнейших времен до 1992 года, ежегодные сборники «Землетрясения в Евразии с 1992–2005 годы», а также текущая информация со страйшим нефтегазоносным районом.

В прошлом столетии известно более 20 землетрясений с интенсивностью более 6 баллов. К наиболее сильным из них относятся: 8-балльное Терское (Эльдаровское) землетрясение 1912 г. с $M=5.7$ и очагом в мантии; 7-8-балльное Веденское 1933 г. $M=5.2$; 7-балльные — 1928 г. (Аргунское), 1966 г. (Аргунское II), 1969 г. (Ачхой-Мартановское), 1971 г. (Старогрозненское), 1974 г. (Салатауское), 1976 г. (Черногорское) интенсивностью 8–9 баллов, в этой же эпицентральной зоне произошло ряд землетрясений: 1984 г. два землетрясения с $M=5.2$ и интенсивностью 6–7 баллов; 1989 г. с $M=5.0$, 2006 г. с $M=4.5$ с очагом в верхней мантии [8].

Ниже приведены данные по некоторым историческим землетрясениям интенсивностью 6–7 [6, 7] баллов составленные по литературным источникам, макросейсмическим описаниями инструментальным данным:

1688, июнь, $\phi=43,7$ с. ш., $\lambda=44,7$ в. д. $I_0=7$ баллов. Терское. «Разрушена крепость и хаты» $\phi=43,4$ с. ш., $X=46,0$ в. д. $I_0=7$ баллов.

1785, 23 февраля, $\phi=43,1$ с. ш., $\lambda=46,3$ в. д. $I_0=6–7$ баллов. «В Моздоке и соседних землях до Кизляра ощущалось как сильное землетрясение, сопровождалось подземным гулом и состоявшее из трех ударов».

1861, 17 декабря, $\phi=43,2$ с. ш., $\lambda=45,5$ в. д. $I_0=7$ баллов. «Ст. Алхан-юрт, 7 баллов. Сильное землетрясение продолжавшееся 5 секунд, произведено несколько разрушений. Ст. Самашкинская, два удара».

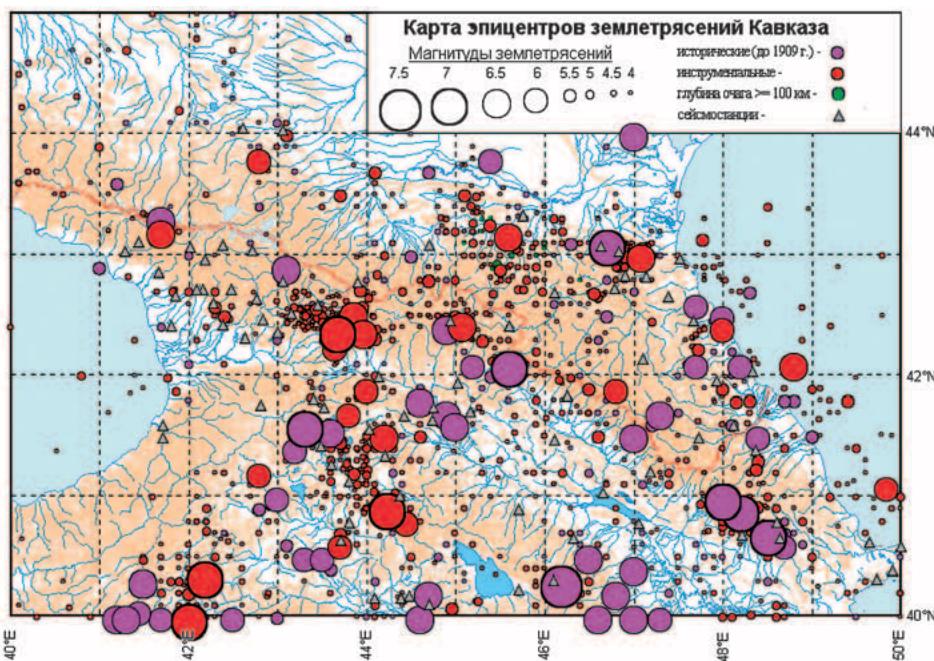


Рисунок 1 – Карта эпицентров землетрясений Кавказа

1868, 30 июня, 23 ч, $\phi=42,9$ с. ш., $\lambda=45,7$ в. д. $I_0=7$ баллов. «Аул Цогоной (Аргунский округ). Землетрясение с подземным гулом на площади 1600 шагов в диаметре, 12 жилых домов было разрушено. В окрестных селах землетрясение не ощущалось».

1878, 31 марта, $\phi=43,5$ с. ш., $\lambda=45,8$ в. д. $I_0=7$ баллов. «Горячесточненская, 7–8 баллов. Разрушено 32 жилых дома и повреждены постройки при госпитале».

1912, 10 августа, 22 ч, $\phi=43,6$ с. ш., $\lambda=45,1$ в. д. $I_0=6$ баллов. Терское (II) (Эльдаровское) землетрясение. Большая область распространения и значительная интенсивность, землетрясение ощущалось практически на всем юге России, отмечено приборами сейсмической станции Тифлиса.

1928, 5 октября, $\phi=42,8$ с. ш., $\lambda=45,6$ в. д. $I_0=7$ баллов. Аргунское. «Итум-кале — 7 баллов. Появление трещин и выпадение углов каменных домов».

1933, 24 октября, $\phi=43,2$ с. ш., $\lambda=46,2$ в. д. $I_0=7$ –8 баллов. Веденское. «Ведено, сильное землетрясение. Отмечено три толчка: при первом толчке со стола падали стаканы — 6 баллов, при втором (7 баллов) люди сидящие на стульях. Все жители покинули свои дома. Есть случаи повреждения и разрушения домов».

1946, 24 сентября. $\phi=42,6$ с. ш., $\lambda=45,6$ в. д. $I_0=7$ баллов. Гудамакарское

1947, 16 ноября. $\phi=42,3$ с. ш., $\lambda=45,5$ в. д. $I_0=7$ баллов. 8 октября, $\phi=43,1$ с. ш., $\lambda=46,0$ в. д. $I_0=6$ –7 баллов

Одним из последних зафиксированных сильных землетрясений на территории Чеченской Республики является Курчалоевское землетрясение, произошедшее 11.10.2008 г. Данное землетрясение сопровождалось сильными разрушениями и человеческими жертвами. Имеются данные инструментальных записей данного землетрясения, представленные на рис. 4 и рис. 5.

Сила первых толчков составила 5,5 балла, последующие толчки произошли в 13 ч. 22 мин. По данным метеостанции г. Махачкалы, эпицентр землетрясения находился в радиусе 20–30 км от населенного пункта Ведено Чеченской Республики (42058' СШ, 46005' ВД).

Ближайшие к очагу Курчалоевского землетрясения значительные по силе и ощущимости землетрясения произошли 31 марта (Гудермесское -I), $M=4,2$, $I_0=6$ –7 баллов

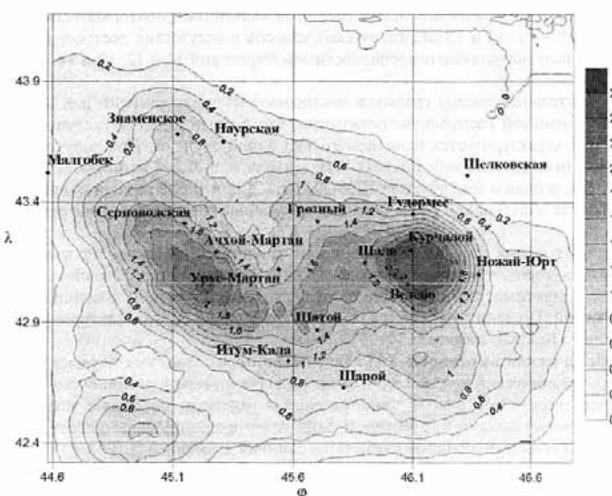


Рисунок 2 – Карта сейсмической активности Чеченской Республики

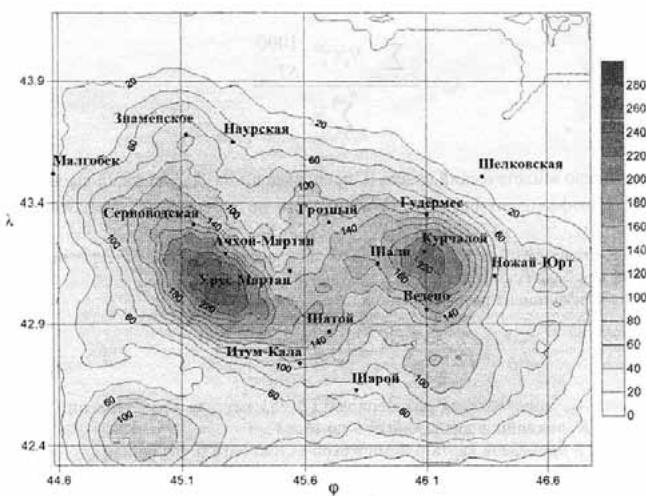


Рисунок 3 – Карта плотности эпицентров землетрясений Чеченской Республики

Таблица 1

M	Годы						Кол-во
	01–1000	1001–1500	1501–1700	1701–1800	1801–1850	1851–2009	
4.3–4.7	3	4	1	7	11	32	58
4.8–5.2	4	0	5	5	7(4)	15(1)	35(5)
5.3–5.7	6	8	4	1	3	3(4)	28(4)
5.8–6.2	3	3	2	1	0	6	15
6.3–6.7	1	1	1	0	2	1	6
6.8–7.2	0	1	1	0	0	0	2

Таблица 2

M	H, км								
	1–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	31–50	51–100	≥100
4.3–4.7	16	38	32	24	13	4	8	1	1
4.8–5.2	6	8	11	14	8	3	1	–	–
5.3–5.7	2	3	4	5	1	1	3	1	–
5.8–6.2	1	2	4	2	1	1	4	–	–
6.3–6.9	1	–	1	2	2	2	–	–	–
кол-во	26	51	52	47	24	11	16	2	1

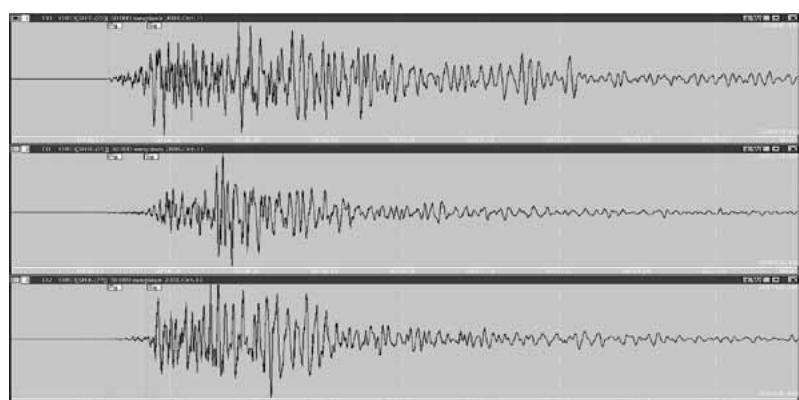


Рисунок 4 — Запись сейсмограммы Курчалоевского землетрясения

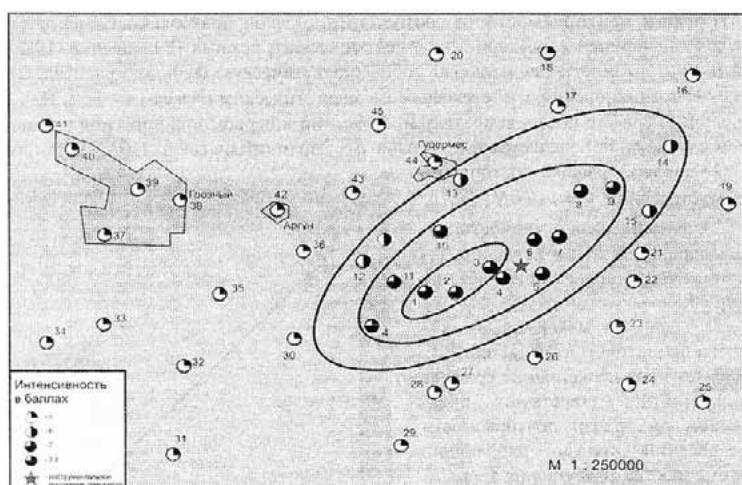


Рисунок 5 — Схема изосейст Курчалоевского землетрясения

и 9 ноября 1950 г. (Гудермесское -II), M=5.0, I₀=6 баллов.

Сейсмический режим. В зависимости от глубины очага землетрясения подразделяют на мелкофокусные ($h \leq 7$ км), нормальные ($7 < h < 30$ км) и глубокофокусные ($h > 30$ км). Один из основоположников сейсмологии Б. Гутенберг считал, что глубина очагов землетрясения не превышает 50 км [2, 3]. Однако, дальнейшие исследования и инструментальные наблюдения показали, что очаг землетрясения может располагаться и на глубине 100–150 км и более [4]. Комплексная оценка сейсмического режима территории Чеченской Республики была проведена в середине 90-х годов [5, 8, 10]. В данной работе приводятся сведения о числе землетрясений различных магнитуд и их периодах представительности землетрясений с $M \leq 6,3$ (табл. 1 и 2).

На рис. 6, 6б приводятся графики распределения числа и энергии землетрясений за период 1960–2010 гг.

Наибольшее количество эпицентров землетрясений приурочено к границам осадочного чехла земной коры. На глубинах менее 5 км наблюдается относительно небольшое число землетрясений с магнитудами $M \leq 4,7$. Более сильные землетрясения наблюдаются на глубинах 10 км и более [4, 6, 7, 8]. Распределение эпицентров землетрясений по глубинам приводится на рис. 7.

Из данного графика видно, что преобладающее количество землетрясений отно-

сится к мелкофокусным ($h \leq 7$ км) и нормальным ($7 < h < 30$ км).

Техногенная сейсмичность.

Наряду с природными процессами хозяйственная деятельность человека также способна стать причиной возникновения землетрясений. Этому, в частности, могут способствовать откачка нефти и газа из полостей Земли, подземные ядерные испытания, заполнение крупного водохранилища водой, карстовые явления и др. Данные техногенные процессы способны вызвать взаимное смещение отдельных тектонических плит. Землетрясения подобного рода называются наведенными [1,2,3,8,12,13]. Как правило, они имеют небольшую силу, за исключением случаев, когда причиной землетрясений являются подземные ядерные взрывы большой мощности.

Другим существенным фактором проявления наведенных землетрясений является изменение напряженно-деформированного состояния земной коры в результате промышленной добычи нефти и газа в районах с высокой сейсмической активностью. Терско-Сунженская нефтегазоносная область является одним из самых старых нефтегазоносных районов. В данном регионе с 1893 по 1991 годы пробурено более 15000 скважин для нужд нефтедобывающей отрасли. Разработка нефтяных месторождений сопровождается изменением напряженно-деформированного состояния участка земной коры. По различным данным насчитывается более 50 случаев, когда разработка нефтяных и газовых месторождений привела к изменению сейсмических свойств района разработки. По совокупности изучения сейсмического режима установлено, что для месторождений, эксплуатация которых привела к усилению сейсмической активности, характерны более высокие значения глубины и мощности разрабатываемых резервуаров [1, 2, 3, 8, 12, 13].

Известны случаи катастрофических последствий техногенного воздействия на нефтяных месторождениях Газли, Нефтегорском и др.

Влияние добычи на нефтяных месторождениях на рассматриваемых территориях также имеют документальные подтверждения. Так, в частности, землетрясение в районе Нефтемайска с $M=4.3$, интенсивностью $I_o=7$ баллов, глубиной очага землетрясения $h=2.8$ км произошло на фоне резкого падения давления, непомерного отбора нефти и начала закачки воды в залежь для интенсификации отбора [1]. Землетрясение сопровождалось многочисленными раз-

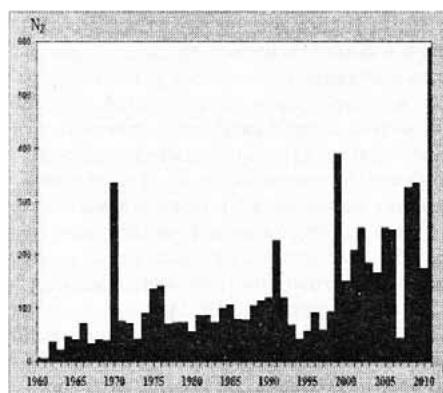


Рисунок 6а — Распределение числа землетрясений

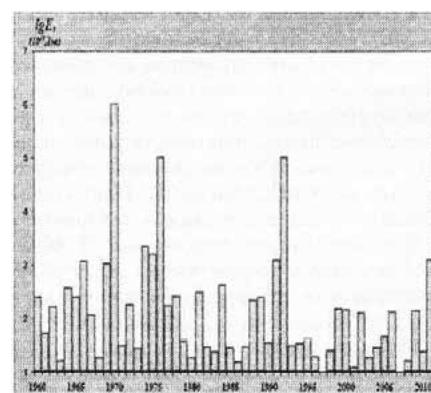


Рисунок 6б — Распределение энергии землетрясений

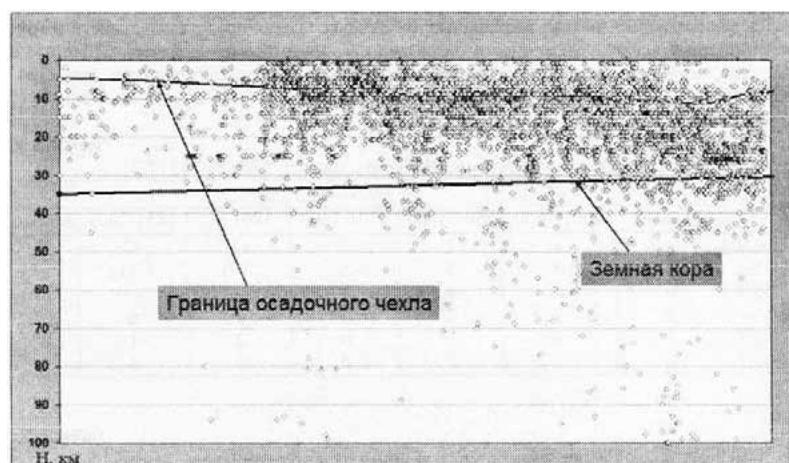


Рисунок 7 — Распределение эпицентров землетрясений по глубинам

рушениями и явилось началом серии последовательных землетрясений в районе г. Грозный. Старогрозненское землетрясение было детально изучено проф. М. Н. Смирновой и Н. В. Шебалиным [7, 11, 12], в результате чего были разработаны рекомендации по снижению темпов добычи на месторождении. Сейсмическая активность на Старогрозненском месторождении повторялась и в последующем в 1983, 1989, 2010 годах.

Влияние грунтовых условий на расчетную сейсмичность площадки нормировано в СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах». Долговечность зданий и сооружений в значительной степени зависит от наличия на участке строительства опасных геологических процессов и эффективности применения мероприятий по их устранению илинейтрализации.

По данным Производственного и научно-исследовательского института по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИС), в России около 1000 городов подтоплено, более 700 населенных пунктов испытывают на себе воздействие оползней и карста, свыше 700 подвержены наводнениям и более 100 землетрясениям. В связи с этим весьма актуальной становится инженерно-геологическая оценка наличия, интенсивности проявления и площади рас-

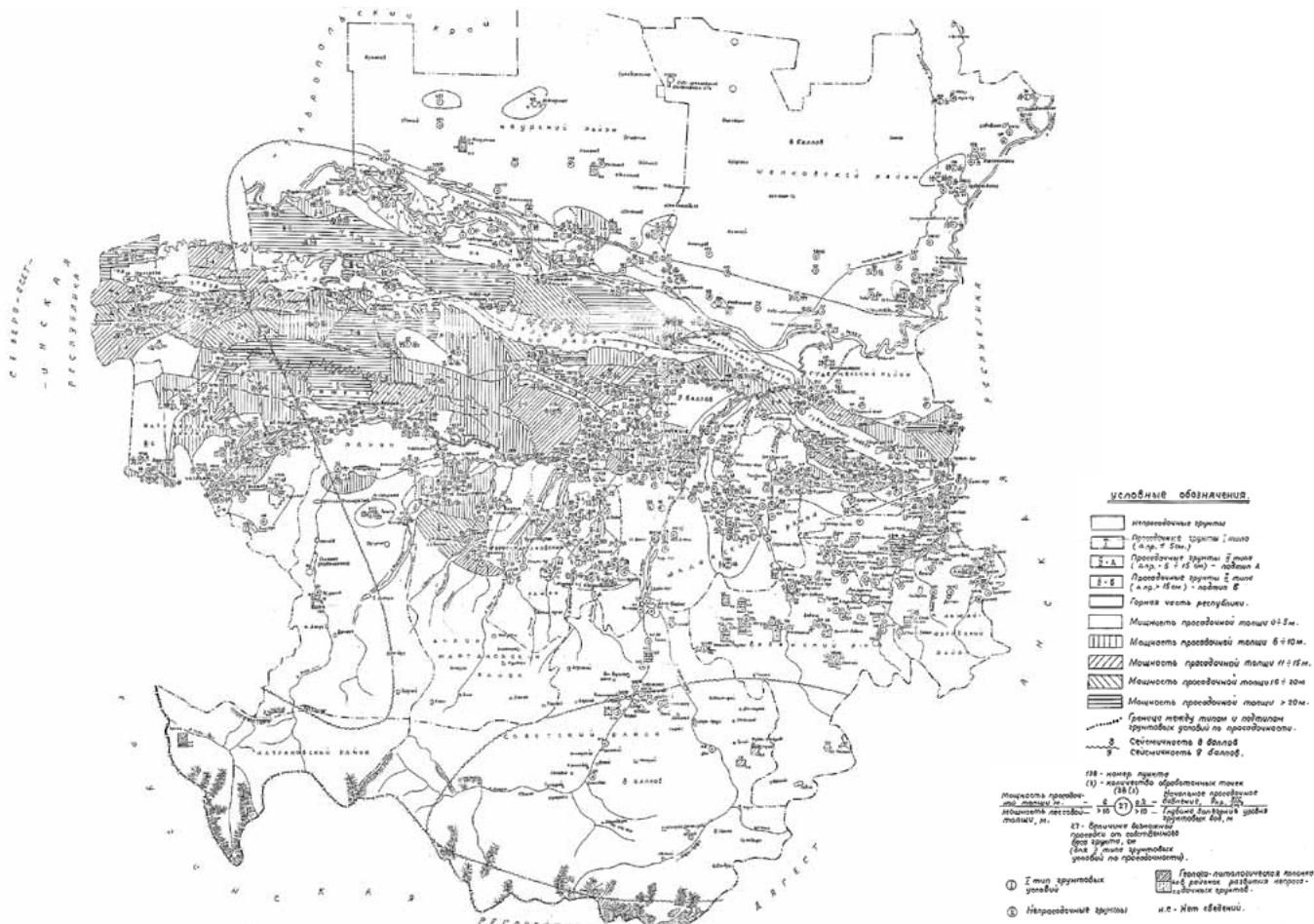


Рисунок 8 — Уточненная схематическая карта просадочности грунтов Чеченской Республики, СевКавНИПИАгропром, 1995 г.

пространения опасных геологических процессов, а также специфических условий площадки строительства при проектировании зданий и сооружений.

Оценка сейсмической опасности, при которой учитывается влияние местных грунтовых условий на интенсивность сейсмических колебаний на поверхности Земли, и определяются поправки, уменьшающие или увеличивающие сейсмичность района, задаваемую картами общего или детального сейсмического районирования, учитываются в СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах».

На территории Чеченской Республики из специфических грунтов (набухающие, просадочные, карстовые и т.д.) широкое распространение получили просадочные грунты, представленные грунтами 1 и 2 категорий по просадочности.

Заметное влияние на сейсмическую интенсивность оказывает уровень грунтовых вод при глубине менее 5 м.

Просадочные грунты распространены преимущественно в равнинной части Чеченской Республики, за исключением Наурского и Шелковского районов, и географически охватывают центральную часть Чеченской Республики. Просадочные грунты занимают до 60% площади территории. Толщина просадочной слоя может начинаться от 0 м и достигать более 45 м (с. Братское Надтеречного района) (рис. 8).

Оползневые процессы. Площадь, подверженная оползнеобразованию, в пределах Чеченской Республики

занимает площадь 2,5 тыс. км². Наибольшей пораженностью и катастрофичностью проявления смещений характеризуется три оползневых района: Беноевский, Шатойский и Горагорско-Грозненский [8]. Географическое распределение оползневых процессов на территории Чеченской Республики приводится на рис. 9.

Значительное поднятие Черных Гор (4–6 мм в год) дает основание предположить, что площадь оползневых районов рассматриваемой территории будет увеличиваться.

В своих исследованиях Керимов И. А. и Гайсумов М. Я. [8] приводят количественную оценку распространения и развития оползней на территории Чеченской Республики по состоянию на 2005 г. (табл. 3).

Наиболее крупным по площади является Беноевский оползневой район, включающий почти весь Ножай-Юртовский административный район и часть Веденского административного района (до р. Хулхула). Площадь этого оползневого района составляет 870 км². Площадь Шатойского оползневого района составляет 202 км², площадь Горагорско-Грозненского оползневого района 85 км². В этих районах насчитывается около 1300 активных оползней.

1. Сейсмологическая ситуация на территории Чеченской Республики с учетом грунтовых условий, оползневых

процессов и техногенной сейсмичности очень сложная.

2. Эпицентр преобладающего количества землетрясений на территории Чеченской Республики расположен на небольших глубинах. В основном, землетрясения относятся к мелкофокусным ($h \leq 7$ км) и нормальными ($7 < h < 30$ км).

3. Все высказывание требует серьезного подхода при проектировании и восстановлении зданий различного назначения с целью обеспечения их надежности по нормам сейсмостойкого строительства.

Список использованной литературы

1. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б., Юдин А.Е. Сейсмичность месторождений углеводородов//Нефтегазовое обозрение, 2000. № 1. С. 4–15.
 2. Адушкин В.В., Турунтаев С.Б. Техногенные процессы в земной коре (опасности и катастрофы). М.: ИНЭК, 2005. 252 с.
 3. Ананьин И.В. Сейсмичность Северного Кавказа. М.: Наука, 1977. 148 с.
 4. Атлас землетрясений в СССР/Под ред. Саваренского Е.Ф. М.: АН СССР, 1962. 337 с.
 5. В.И. Уломов, Т.И. Данилова. Н.С. Медведева и др. К оценке сейсмической опасности на Северном Кавказе // Физика Земли, 2007. № 7. С. 31–45.
 6. Каталог землетрясений Кавказа с $M > 4,0$ ($K > 11,0$) с древнейших времен до 2000 г. Составитель Годзиковская А.А./МЦД по физике твердой Земли. Геофизический центр РАН//Эл. ресурс: <http://zeus/wdcb/ru/sep/caucasus>.
 7. Керимов И.А., Гайсумов М.Я. Сильные землетрясения на территории Чеченской Республики//Вестник Академии наук Чеченской Республики, 2010. № 1 (12). С. 57–62.
 8. Керимов И.А., Гайсумов М.Я. Сейсмичность и современная геодинамика территории Чеченской Республики.
 9. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации и объяснительная записка. М.: ОИФЗ РАН, 1999. 57 с.
 10. Комплексная оценка сейсмической опасности территории г. Грозного. Уточнение исходной сейсмичности. Сейсмическое микрорайонирование. Сейсмический риск. М.: Минстрой России, 1996. 107 с.
 11. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР/Под ред. Н.В. Кон-

Таблица 3 — Количественная оценка распространения и развития оползней

Показатели	Оползневые районы		
	Бенойский	Горагорско-Грозненский	Шатойский
Суммарная оползневая и оползне-опасная площадь, км ²	870	85	202
Количество старых оползней, К ₁	245	53	201
То же, активных, К ₂	1019	174	94
Площадь старых оползней S ₁ , км ²	140	36	84
То же, свежих S ₂ , км ²	210	9	5
Пораженность, П= $\frac{S_1+S_2}{S_0} \cdot 100\%$	40	53	44
S ₂ 100% Активность А = S ₁ +S ₂	60	20	6
Плотность распространения старых оползней, Р ₁ =K ₁ /S ₀ , оп./км ²	0,3	0,6	1
То же, активных Р ₂ =K ₂ /S ₀ , оп./км ²	1,2	2,1	0,5
То же общая, (K ₁ +K ₂)/S ₀	1,5	2,7	1,5

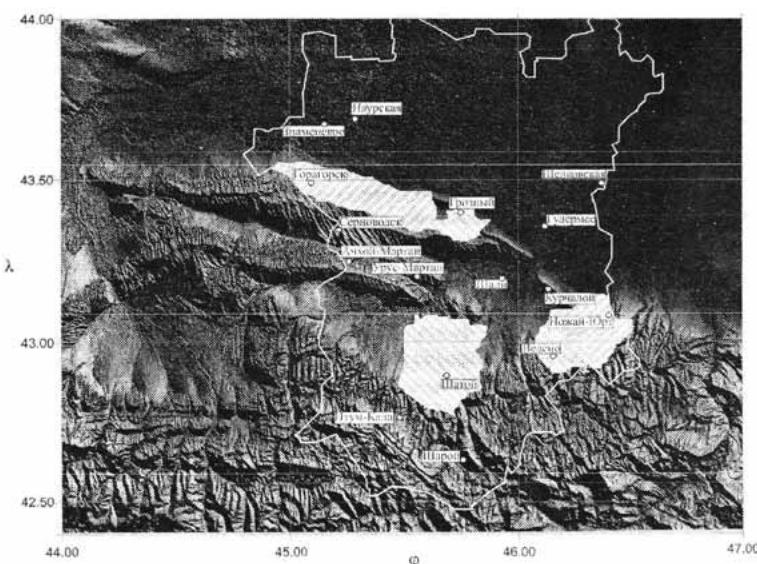


Рисунок 9 — Распределение оползневых процессов на территории Чеченской Республики

- дорской, Н. В. Шебалина. М.: Недра, 1977. С. 69–170.

12. Смирнова М. Н. Возбужденные землетрясения в связи с разработкой нефтяных месторождений (на примере Старогрозненского землетрясения) // Влияние инженерной деятельности на сейсмический режим. М.: Наука, 1977. С. 128–141.

13. Современные движения земной коры и нефтегазоносность: на примере Терско-Каспийского передового прогиба / В. А. Сидоров, С. В. Атанасян, М. В. Багдасарова и др. М.: Недра, 1987. 115 с.

14. Ризниченко Ю. В. Избранные труды. Проблемы сейсмологии. М.: Наука, 1985, 408 с.

15. Геофизическая служба РАН [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cete/gsras/ru/>.

Материалы хранятся по адресу:
364000, Чеченская Республика,
г. Грозный, ул. Фрунзе, 6,
e-mail: pas-85@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

С.М. ОГАНЕСЯН,
д-р. физ.-мат. наук,
профессор, член-корр. НАН РА,
директор ИГИС НАН РА

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ НОВОЙ ТЕОРИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ

В работе получена новая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания распространения упругих волн чистого изгиба и изгиба в однородном консольном стержне постоянного поперечного сечения.

Ключевые слова: консольная балка, волна изгиба, стержень, расчетная схема.

1. Проблема актуализации карт сейсмического районирования и сейсмического микрорайонирования требует разработки новой теории сейсмостойкости [1]. Впервые этот вопрос поднимается в последней статье акад. А.Г. Назарова [2].

В работах [3] дана постановка задачи распространения волны изгиба при свободных колебаниях однородного консольного стержня постоянного поперечного сечения, которая подразделена на две подзадачи.

В подзадаче I нахождения $U_1(x, t)$ и $Q(x, t)$ сводится к следующему волновому уравнению:

$$\rho S \frac{\partial^2 U_1}{\partial t^2} - \frac{\partial Q}{\partial x} = \rho S \frac{\partial^2 U_1}{\partial t^2} - kGS \frac{\partial^2 U_1}{\partial x^2} = 0, \quad (1)$$

при начальных и граничных условий

$$U_1(0, t) = \frac{\partial U_1(0, t)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial^2 U_1(0, t)}{\partial x^2} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial U_1(x, 0)}{\partial x} = W_1(x), \quad \frac{\partial^2 U_1(x, 0)}{\partial x \partial t} = W_1'(x). \quad (3)$$

Задача (1)–(3) имеет единственное решение, так как она совпадает с единственным решением следующей задачи:

$$\rho S \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial t^2} - kGS \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} = 0, \quad (4)$$

при начальных и граничных условий

$$\varphi_1(0, t) = 0, \quad \frac{\partial \varphi_1(0, t)}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

$$\varphi_1(x, 0) = W_1(x), \quad \frac{\partial \varphi_1(x, 0)}{\partial t} = W_1'(x), \quad (6)$$

и

$$\frac{\partial U_1}{\partial x} = \bar{\varphi}_1(x, t), \quad (7)$$

$$U_1(0, t) = 0, \quad (8)$$

где $\bar{\varphi}_1(x, t)$ решение задачи (4)–(6).

Замечание 1. Дифференциальное уравнение (4) получается дифференцированием уравнения (1) по переменной x .

Решение подзадачи I обозначим через $\bar{U}_1(x, t)$. При помощи формулы найдем $\bar{Q}(x, t) = kGS \frac{\partial \bar{U}_1(x, t)}{\partial x}$ [4].

Подставив найденное значение $\bar{Q}(x, t)$ в уравнение (9) получим постановку подзадачи II для определения сначала $\bar{\varphi}_2(x, t)$, а потом и самого смещения $\bar{U}_2(x, t)$.

$$\rho(I + Sx^2) \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial t^2} - EI \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial x^2} = \bar{Q}, \quad (9)$$

при начальных и граничных условий

$$\varphi_2(x, t)|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial \varphi_2(x, t)}{\partial x}|_{x=1} = 0, \quad (10)$$

$$\varphi_2(x, 0) = \psi_1(x), \quad \frac{\partial \varphi_2(x, 0)}{\partial t} = \psi_2(x) \quad (11)$$

и

$$\frac{\partial U_2}{\partial x} = \bar{\varphi}_2(x, t), \quad (12)$$

$$u_2(0, t) = 0, \quad (13)$$

где $\bar{\varphi}_2(x, t)$ решение задачи (9)–(13).

Полное перемещение нейтральной линии представим в виде $U(x, t) = \bar{U}_1(x, t) + \bar{U}_2(x, t)$, где \bar{U}_1 — решение подзадачи I, \bar{U}_2 — решение подзадачи II, а $\bar{\varphi}(x, t) = \bar{\varphi}_1(x, t) + \bar{\varphi}_2(x, t)$.

2. Для теории сейсмостойкости важное значение имеет решение задачи о вынужденных колебаниях однородного консольного стержня на изгиб (ВКОКСИ).

Для правильного понимания физических процессов, возникающих при решении задачи о ВКОКСИ, необходимо произвести сравнение, казалось бы, внешне схожих двух задач:

подзадачи I для ВКОКСИ и ВКОКС на сдвиг, имеющих соответственно вид:

$$\rho S \frac{\partial^2 U_1}{\partial t^2} - kGS \frac{\partial^2 U_1}{\partial x^2} = f(x, t) \quad (14)$$

при нулевых начальных и граничных условиях

$$U_1(0, t) = \frac{\partial U_1(0, t)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial^2 U_1(0, t)}{\partial x^2} = 0, \quad (15)$$

$$\frac{\partial U_1(x, 0)}{\partial x} = \frac{\partial^2 U_1(x, 0)}{\partial x \partial t} = 0, \quad (16)$$

и

$$\rho S \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - GS \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = f_1(x, t) \quad (17)$$

при нулевых начальных и граничных условиях

$$U(0, t) = \frac{\partial U(l, t)}{\partial x} = 0, \quad (19)$$

$$U(x, 0) = \frac{\partial U(x, 0)}{\partial t} = 0. \quad (20)$$

Для начала рассмотрим случаи, когда внешняя нагрузка, изменяющаяся по времени, равномерно распределена по всей длине стержня, т.е. $f(x, t) = f(t)$ и $f_1(x, t) = f_1(t)$. Эти задачи для теории сейсмостойкости имеют важное значение. При кинематическом возбуждении основания консольного стержня по закону $U_2(0, t) = U(0, t) = U_0(t)$ и остальных нулевых начальных и граничных условий подзадача I на изгиб и задача на сдвиг сводятся к задачам (14)–(16) и (17)–(20), с правой частью имеющих вид $-\rho S \ddot{U}_0(t)$, где точки на U_0 обозначают производные по времени.

Задача на сдвиговые колебания является классической задачей математической физики и ее решение для момента времени $0 < t < \sqrt{\frac{G}{\rho}}$ имеет вид, приведенный на рис.1.

Перейдем к рассмотрению подзадачи I для ВКОКСИ. Наличие дополнительного граничного условия $\frac{\partial U_1(0, t)}{\partial x} = 0$

существенно меняет вид решения. Действительно, единственное решение подзадачи I (14)–(16) с $f(x, t) = f(t)$ совпадает с единственным решением следующей системы уравнений

$$\left\{ \rho S \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial t^2} - k G S \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} = f'_x(t) = -f(t) \cdot \delta(x - l), \right. \quad (21)$$

при нулевых начальных и граничных условиях

$$\varphi_1(0, t) = 0, \quad \frac{\partial \varphi_1(1, t)}{\partial x} = 0, \quad (22)$$

$$\varphi_1(x, 0) = \frac{\partial \varphi_1(x, 0)}{\partial t} = 0, \quad (23)$$

и

$$\frac{\partial U_1}{\partial x} = \bar{\varphi}_1(x, t), \quad (24)$$

$$U_1(0, t) = 0, \quad (25)$$

где $f'_x(t)$ – частное производное по переменной x ,

$\delta(\cdot)$ – дельта функция Дирака,

$\bar{\varphi}_1(x, t)$ – решение задачи (21)–(23).

При этом для момента времени $0 < t < \sqrt{\frac{1}{KG}}$ решение имеет вид, приведенный на рис. 2.

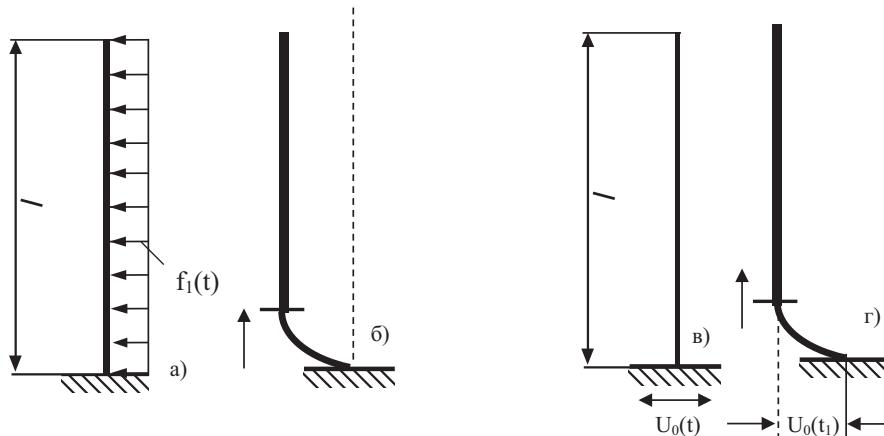


Рисунок 1 — Фрагменты сдвиговых колебаний при различных источниках возбуждений

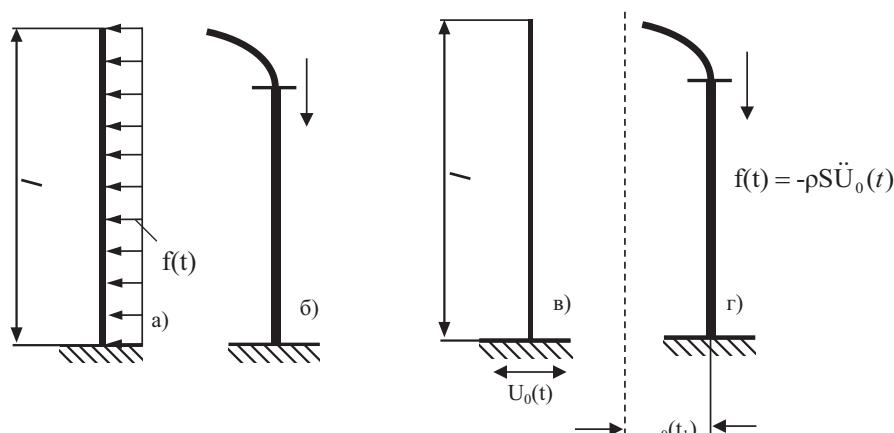


Рисунок 2 — Фрагменты первой фазы изгибных колебаний при различных источниках возбуждений

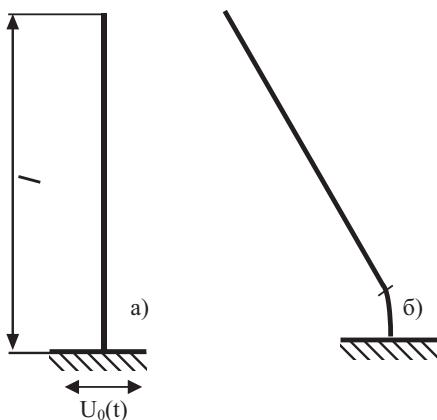


Рисунок 3 — Фрагмент начала процесса изгибных колебаний, принятого в работах [25,26]

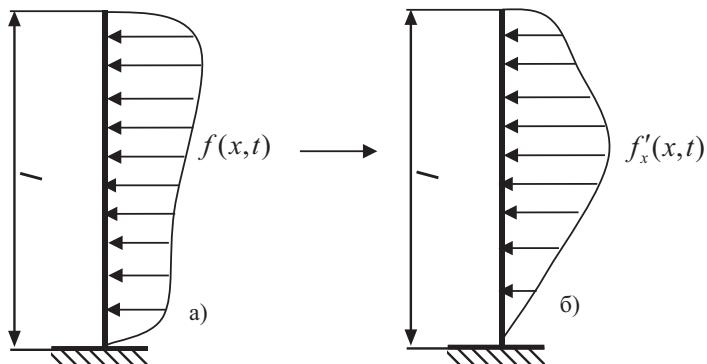


Рисунок 4 — Процедура изменения постановки подзадачи I

Так как в момент времени $t = 0_{+0}$ фронт изгибной волны начинается со свободного конца стержня, то остается открытым вопрос — какие силы компенсируют внешнюю распределенную силу $f(x,t) = f(t)$.

Полученные решения, приведенные на рис. 2, показывают, что подзадача I является на самом деле динамико-кинематическим описанием первой части процесса изгибных колебаний при силовом воздействии $f(x,t)$ [5]. Она подготовливает процедуру определения перерезывающей силы $\bar{Q}(x,t) = kGS \frac{\partial^2 \bar{U}_1(x,t)}{\partial x^2}$ по всему сечению стержня, которая используется в подзадаче II фактически как «внешнее» воздействие, при нулевых начальных и граничных условиях.

Поэтому динамико-кинематическую постановку подзадачи I (14)-(16) необходимо заменить на следующие «задачи» [6]:

«стационарную»

$$q(x,t) - kGS \frac{\partial^2 \bar{U}_1}{\partial x^2} = f(x,t) \quad (26)$$

и волновую

$$\rho S \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial t^2} - KGS \frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} = f'_x(x,t) \quad (27)$$

при начальных и граничных условиях (22), (23), где $\bar{U}_1(x,t)$ решение задачи (24), (25).

В уравнении (26) возникающая при изгибных колебаниях «внутренняя» распределенная объемная сила $q(x,t)$ играет компенсирующую (балансирующую) роль.

В уравнении (27) «внешнее» воздействие $f'_x(x,t)$, возникающее как реакция консольного стержня на действие распределенной силы $f(x,t)$, является истинной причиной изгибных колебаний.

Замечание 2. Отметим, что необходимость компенсирующей силы $q(x,t)$ остается и в случае, когда изгибные колебания при кинематическом возбуждение консольного стержня определяются при помощи уравнения С.П. Тимошенко и предположения, что невозмущенная часть стержня совершает вращательное движение вокруг нейтральной линии. Угол вращения выражается углом искривления нейтральной линии возмущенной части стержня, принятой в работах [7,8] (рис. 3).

Замечание 3. Возникающая при кинематическом возбуждении расчетная распределенная даламберовская сила инерции $-\rho S \ddot{U}_0(t)$ при изгибных колебаниях является реальной физической силой, в отличие от соответствующей задачи при сдвиговых колебаниях — где она является фиктивной силой.

Фактически в подзадаче I при помощи балансирующей равенства (26) процесс первоначальной стадии изгибных колебаний (рис. 4, а) заменяется на следующую (рис. 4, б).

Полученные системы уравнений для подзадач I и II существенно отличаются от известных уравнений изгибных колебаний С.П. Тимошенко и Бернулли-Эйлера [4]. Это является результатом применения понятий МЦВ, ММИ и приведенных длин, которые позволили произвести декомпозицию постановки задачи о распространении упругой волны изгиба на две подзадачи и снизить порядок решаемых уравнений с четвертого до второго [3]. Возникновение при ВКОКСИ балансирующей объемной распределенной силы $q(x,t)$ значительно уменьшают величины расчетных перерезывающих сил $Q(x,t)$ в сечениях по всей длине стержня. Важным для теории сейсмостойкости остается вопрос, какая часть внешнего воздействия идет на создание изгибных, а какая — сдвиговых колебаний [6, 9].

Отметим, что полученные системы уравнений для свободных колебаний на изгиб укладываются в рамки нелокальных теорий упругих сред [10].

Полученные системы уравнений могут значительно изменить наши взгляды на разработку моделей возникновения (формирования) и распространения сейсмической волны в ближней зоне при землетрясениях [11-13].

Список использованной литературы

1. Оганесян С.М., Заалишвили В.Б., Геодакян Э.Г., Карапетян Дж.К., Оганесян А.О. К вопросу об актуализации детальной карты сейсмической опасности территории Армении//Опасные природные и техногенные геологические процессы на горных и предгорных территориях Северного Кавказа. Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе Труды III Международной научно-практической конференции приуроченной 10-летию схода ледника Колка (20 сентября) Владикавказ, 2012. С. 308–316.
2. Назаров А.Г. Некоторые вопросы количественной оценки сейсмических воздействий//В кн: Методы количественной оценки сейсмических воздействий.—Тбилиси: Мецниереба, 1983. С. 5–16.
3. Оганесян С.М. Постановка задач о распространении упругих волн чистого изгиба и изгиба при поперечных колебаниях однородного консольного стержня // ДНАН РА, 2013. Т. 113, № 3. С. 262–268.
4. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. М.: Машиностроение, 1986. 472 с.
5. Оганесян С.М. Вращательная модель движения шара (материальной точки) по окружности//В кн.: «Современные задачи геофизики и инженерной сейсмологии». Сб. научных трудов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г. Назарова. 7–11 октября 2008 г. Гюмри: «Гитутюн» НАН РА, 2008. С. 184–186.
6. Оганесян С.М. Идейные основы новой теории сейсмостойкости // В кн.: «Современные задачи геофизики и инженерной сейсмологии». Сборник научных трудов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, академика А.Г. Назарова. 7–11 октября 2008 г. Гюмри: «Гитутюн» НАН РА, 2008. С. 200–210.
7. Хачатрян С.О. О динамических процессах в консольном упругом однородном стержне//В кн.: Сб. научных трудов конф., посв. 90-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, акад. А.Г. Назарова. Гюмри: «Гитутюн», НАН РА, 1998. С. 155–156.
8. Мкртчян К.Ш. О двойственном характере поперечных колебаний упругого стержня. ПММ, 1999. Т. 63. № 6. С. 1055–1058.
9. Мурадян А.Р. О коэффициенте компенсации при колебании линейного осциллятора//В кн.: «Современные задачи геофизики и инженерной сейсмологии». Сб. научных трудов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения основателя ИГИС НАН РА, акад. А.Г. Назарова. 7–11 октября 2008 г. Гюмри: «Гитутюн» НАН РА, 2008. С. 211–216.
10. Амбарцумян С.А. Микрополярная теория оболочек и пластин. Ереван: Изд. НАН РА, 1999. 214 с.
11. Гедакян Э.Г. О геодинамической модели очага Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 // В кн.: Сб. научных трудов конф., посв. 60-летию основания НАН РА. Гюмри: «Гитутюн» НАН РА, 2004. С. 64–78.
12. Оганесян С.М. Создание обобщенной теории распространения сейсмических волн // Сводный науч. отчет за 1996–1999 г. Гюмри: Фонды ИГИС НАН РА, 2000. 15 с.
13. Карапетян Дж.К. Сопоставительный анализ расчетных кривых коэффициента динамичности $\beta(T, n)$, полученных различными методами // Вопросы инженерной сейсмологии. 2012, Т. 39, № 3. С. 33–40.

Материалы хранятся по адресу:
3115, Республика Армения, г. Гюмри, В. Саргсян,
тел.: +374-93-42-04-43, факс: +374-312-312-61,
e-mail: iges@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. БЕЗОПАСНОСТЬ СООРУЖЕНИЙ»

Текст:

1. **Объем статьи** не должен превышать **20 000** знаков.
2. **Количество авторов** статьи — не более 3-х.
3. **Сведения об авторе** должны содержать: ФИО, регалии, место работы и должность, почтовый и электронный адреса, контактный телефон, фотографию в формате TIF, JPG.
4. **Ключевые слова** к статье [1] должны быть **на русском и английском языках**.
5. **Аннотация** к статье должна содержать не менее **600** знаков на **русском и английском языках**.
6. Обязательно наличие **отдельного списка литературы** с ссылками по тексту.
7. Обязательное приложение — **рекомендательное письмо** от организации, которую представляет автор, **рецензия** или **экспертное заключение**.

Иллюстрации:

1. **Рисунки** должны быть представлены в форматах файлов (под PC): **EPS, AI, CDR**;
2. **Фото** должны быть представлены для публикации в форматах файлов (под PC): **TIFF, JPG**;
3. **Разрешение** файлов — не менее **300 dpi**;
4. **Таблицы, схемы и диаграммы** должны быть встроены в статью и иметь связи (быть доступными для редактирования) с программой, в которой они созданы (**Excel, Corel Draw**);
5. Обязательно наличие **подписей к иллюстрациям**, оформленных отдельным списком.
6. **Данные в таблицах** даются полностью **без сокращений**.
7. **Математические формулы и выражения** должны быть записаны в **Microsoft Word** или с помощью редактора **Microsoft Equation 3.0**.

Ждем ваши материалы по адресу: **109456, а/я 29, г. Москва**
или по e-mail: **info@raee.su**, т/ф.: **(499) 170-06-93**

[1] Журнал входит в систему «**Российский индекс научного цитирования**» на платформе **eLIBRARY.ru**.



М.С. АБАКАНОВ,
д-р техн. наук, первый зам.
генерального директора АО «КазНИИСА»

ПРОЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЖЕНИЯХ ТИПА СЕЙСМИЧЕСКИХ

Приведены результаты экспериментальных исследований работы железобетонных балок статически определимых и неопределенных с обычным и преднатяженным армированием при действии знакопеременных малоциклических нагрузок высокого уровня типа сейсмических. Получены новые опытные данные по малоциклической прочности и деформативности рассматриваемых конструкций, которые оценены теоретическими расчетами. Даны анализ и выводы по результатам исследований и рекомендации по расчету.

Ключевые слова: малоциклическая прочность, нагрузки типа сейсмических, обычные и преднатяженные, статически определимые и неопределенные железобетонные балки.

Известно, что сильные землетрясения в сейсмоопасных районах происходят весьма редко, повторяемость которых исчисляется десятками и сотнями лет, когда более слабые землетрясения по интенсивности происходят чаще и сооружения могут неоднократно подвергаться их воздействиям. В связи с этим, в ряде стран осуществляется многоуровневый расчет при проектировании зданий и сооружений на сейсмические воздействия. На слабые землетрясения производится расчет по упругой стадии работы конструкций, а на сильные землетрясения — с учетом проявления неупругих деформаций в отдельных конструкциях с повреждениями, но без обрушения зданий и сооружений с целью сохранения жизни людей и материальных ценностей. Например, в России расчеты зданий и сооружений выполняются на два уровня сейсмических воздействий, на проектное землетрясение (ПЗ) и максимальное расчетное землетрясение (МРЗ), для которых принимаются различные предельные состояния.

При расчете по уровню МРЗ одним из основных факторов, влияющих на сейсмостойкость зданий и сооружений, является малоциклическая прочность и деформативность несущих конструкций, в элементах которых допускаются повреждения в наиболее напряженных участках при воздействии пиковых сейсмических нагрузок. При этом, образование

пластических шарниров в каркасных зданиях необходимо предусматривать только в горизонтальных элементах каркаса — в ригелях, не допуская их образование в вертикальных несущих конструкциях, т.е. в колоннах. Не учет малоциклической выносливости несущих конструкций и узлов каркаса может привести их к разрушению, и как следствие, в ряде случаев, к разрушению всего здания (рис. 1).

Однако до настоящего времени вопросы малоциклической прочности и деформативности железобетонных конструкций при действии нагрузок типа сейсмических высокого уровня, в частности стержневых конструкций каркасных зданий, остаются мало исследованными экспериментально.

Известно несколько работ, посвященных исследованию прочностных и деформационных характеристик бетонных и железобетонных элементов при действии малоциклических нагрузок, в которых рассматривалась работа элементов в стадии близкой к разрушению.

В работе [1] исследовалась прочность бетона при действии кратковременных малоциклических нагрузок с уровнем напряжений в бетоне 0,95; 0,9; 0,85 от призменной прочности при мягком режиме (постоянный уровень напряжений в цикле), деформативность бетона при уровнях 0,9; 0,85; 0,75; 0,7 от предельных деформаций разрушения при жестком режиме (постоянная амплитуда деформаций в цикле). Испытания призм из тяжелого бетона марок М 300–500 проводились при коэффициенте асимметрии цикла ρ , равном 0, 0,3 и 0,6. Результаты показали, что при мягком режиме и высоких уровнях нагрузок, создающих напряжения в бетоне более 0,85 от призменной прочности, бетон ведет себя как циклически разупрочняющийся материал вплоть до разрушения. При уровнях нагрузок менее 0,85 — работе бетона присущи три характерных участка. В первых циклах нагрузки наблюдается участок циклического упрочнения материала, затем наступает период стабилизации и перед разрушением происходит разупрочнение бетона. Также было установлено, что при стабилизации деформаций бетона при жестком режиме нагружения, если увеличением нагрузки довести его до разрушения, то прочность бетона



Рисунок 1 — Разрушение каркаса многоэтажного производственного здания из сборного железобетона по серии ИИС-20 в г. Лениннакане по последствиям Спитакского землетрясения 1988 года (фото автора)

повышается на 6–12 % по сравнению с прочностью при однократном действии нагрузок до разрушения.

Таким образом, малоцикловая прочность бетона зависит от уровня напряжений при мягком или амплитуды деформаций при жестком режиме и коэффициента асимметрии цикла ρ .

В исследованиях [2], где рассматривались балки и призмы, были получены аналогичные результаты. Призмы были испытаны при действии однократных до разрушения и многократных нагрузок с верхним уровнем, равным 0,95; 0,92; 0,85; 0,8; 0,75 и нижним — 0,3 и 0. При уровне нагрузок более 0,85 призмы разрушались после 7–32 циклов, а при меньшем уровне выдерживали от 5 до 200 циклов в зависимости от уровня нагрузок.

Результаты исследований показали, что:

- малоцикловая прочность бетона повышается в среднем на 7 % при уровне напряжений в бетоне меньшем или равном $0,85R_{np}$, а при уровне большем, чем $0,85R_{np}$ уменьшается до 15 %;
- основные процессы деформирования заканчиваются до 10 циклов при действии повторных нагрузок;
- несущая способность изгибаемых элементов по наклонным сечениям при уровне повторных нагрузок меньшем 0,7 от эталонной разрушающей нагрузки увеличивается на 10 %, а при большем уровне 0,7 уменьшается до 20 %.

Однако в проведенных работах поведение железобетонных элементов рассматривалось при статических малоцикловых нагрузлениях с односторонним приложением нагрузок, а не знакопеременных, что отвечало бы по характеру нагрузкам типа сейсмических. Актуальность изучения малоцикловой прочности железобетонных конструкций в стадии близкой к разрушению общеизвестна [3,4] и остается весьма актуальной задачей по настоящее время.

Ниже представлены результаты исследований малоцикловой прочности, деформативности и характера перераспределения усилий в неупругой стадии работы, близкой к разрушению, изгибаемых железобетонных статически определимых и неопределимых элементов при действии

Таблица 1

№ серии	Уровень нагружения	Уровень предна- пряженя арма- ттуры $\sigma_{sp2}/\sigma_{0,2}$	ξ_p/ξ_r	$M_{оп}$ в кНм	$M_{оп}/M_p$
I	1,0	0	0,456	48,7	1,15
	0,9	0	0,450	48,8	1,11
	0,8	0	0,465	51,6	1,15
II	1,0	0,43	0,873	52,21	1,20
	0,9	0,43	0,849	56,46	1,23
	0,8	0,43	0,863	55,55	1,23

статических знакопеременных малоцикловых нагрузок типа сейсмических с уровнями 0,8 и 0,9 $P_{разр}$, при коэффициенте асимметрии цикла $\rho = -1$. Опытные образцы испытывались 50 циклами при уровне малоцикловых нагрузок 0,8 $P_{разр}$ и 10 циклами при $-0,9 P_{разр}$, а также однократной нагрузкой до разрушения в качестве эталонных образцов для сопоставления. Были испытаны:

■ 12 статически определимых обычных и преднатяженных балок, армированных сталью класса At-V, со степенью армирования обычных $\xi_p=0,46\xi_r$ и преднатяженных — $\xi_p=0,86\xi_r$, при прочности бетона $R_b=44,8$ МПа. Уровень предварительного напряжения арматуры составлял $\sigma_{sp2}=0,43\sigma_{0,2}$;

■ 20 статически неопределенных обычных и преднатяженных балок, армированных сталью класса At-V, со степенью армирования обычных $\xi_p=0,46\xi_r$ при прочности бетона $R_b=35,6$ МПа, преднатяженных балок со степенью армирования $\xi_p=0,68\xi_r$ и $\xi_p=0,85-0,87\xi_r$ при прочности бетона в пределах $R_b=36-44$ МПа. Уровень предварительного напряжения арматуры в балках был принят равным $\sigma_{sp2}=0,40-0,56\sigma_{0,2}$.

В таблице 1 приведено сравнение усредненных по двум образцам опытных и расчетных значений предельных моментов в статически определимых обычных и предварительно напряженных балках в зависимости от степени армирования и уровня малоциклового нагружения. Расчетный предельный момент определялся по опытным характери-

Таблица 2

№ серии	Уровень нагружения	Уровень преднапряжения арматуры $\sigma_{sp2}/\sigma_{0,2}$	ξ_{cp_p}/ξ_r	M^o_{op} , кНм	M^n_{op} , кНм	M^o_{op}/M^o_p	M^n_{op}/M^n_p	P_{op}/P_p
III	1,0	0	0,460	48,5	52,2	1,2	1,28	1,25
	0,9	0	0,460	45,4	50	1,12	1,23	1,18
	0,8	0	0,465	30,6*	42,5	0,77	1,03	1,0
IV	1,0	0,56	0,707	50,5	39,3	1,38	1,06	1,19
	0,9	0,55	0,691	44,5	40,9	1,09	1,06	1,09
	0,8	0,55	0,652	42,0	43,9	1,09	1,17	1,13
V	1,0	0,45	0,845	48,5*	48,5	1,12	1,09	1,10
	0,78–0,89	0,43	0,848	49,5	47,3	1,16	1,08	1,13
VI	1,0	0,40	0,897	47,0	46,6	1,16	1,15	1,14
	0,9	0,40	0,869	23,3*	37,6	0,51	0,94	0,83
	0,8	0,40	0,859	28,1*	37,9	0,65	0,90	0,74

Примечание: *опорные моменты при разрушении балок по наклонным сечениям.

стикам арматуры и бетона с учетом коэффициента упрочнения арматуры m_{af} . Его значение находилось по зависимости

$$m_{af} = \sigma_a/\sigma_{0,2} = 1 + (1 - \xi_{0,2}/\xi_r) \cdot (\beta \sigma_e/\sigma_{0,2} - 1), \quad (1)$$

при этом значение β было принято равным 1.

Анализ результатов показал, что прочность обычных балок, испытанных при уровне нагрузки 0,9 снижается, а преднапряженных практически остается равной эталонной. При уровне нагрузки 0,8 в обоих видах балок прочность не снижается. Эти результаты по малоцикловой прочности согласуются с выводами Г. Ставрова, А. Залесова, А. Погореляка, о том, что границей снижения малоцикловой прочности бетона и железобетонных элементов является 0,85.

В таблице 2 приведены опытные и расчетные предельные моменты в опорных и пролетных сечениях статически неопределеных балок и нагрузки, испытанных однократным в качестве эталонных и малоцикловым нагружениями, при уровнях нагрузок 0,9 и 0,8.

На рис. 2 приведен общий вид испытанных статически неопределенных балок.

Расчетные значения предельных нагрузок с учетом действительных характеристик арматуры и бетона, схемы наружения опытных образцов были определены по формуле

$$P_p = (M^n_p + M^o_p)/2/9L, \quad (2)$$

где L — расчетный пролет балки, M^n_p, M^o_p — расчетные пролетные и опорные моменты.

Анализ результатов показал, что опыт превышает расчет практически во всех случаях. С увеличением степени армирования расчетных сечений ξ_p/ξ_r разница между расчетом и опытом уменьшается, это связано с пределом проявления самоупрочнения растянутой арматуры. Несущая способность статически неопределенных балок, армированных сталью без площадки текучести, испытанных знакопеременным малоцикловым нагружением, достоверно оценивается методом предельного равновесия. При этом опорными сечениями достигаются и превышаются расчетные значения моментов до достижения пролетными сечениями расчетных моментов. При малоцикловых нагружениях перераспределение усилий проявляется в большей мере.

Впервые в исследованиях [5] для оценки прочности статически неопределенных конструкций из высокопрочных бетонов 60–90 Мпа, армированных высокопрочными сталью без площадки текучести, была доказана возможность применения метода предельного равновесия, когда его вторая предпосылка в явном виде не выполняется. Результаты проведенных исследований были включены в Руководство

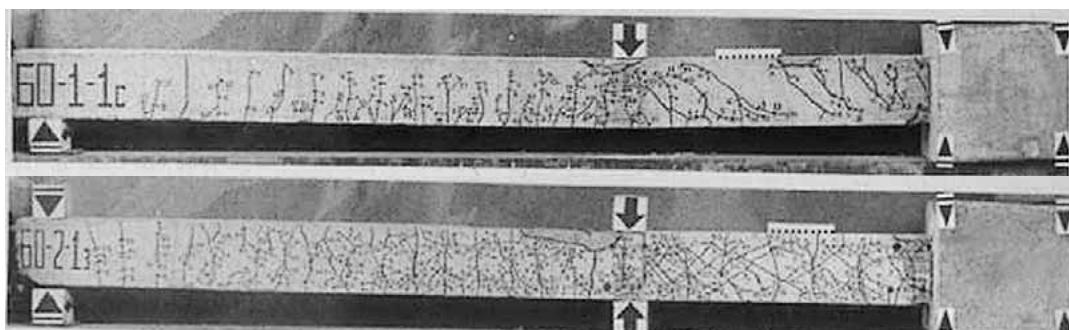


Рисунок 2 — Общий вид испытанных статически неопределенных балок

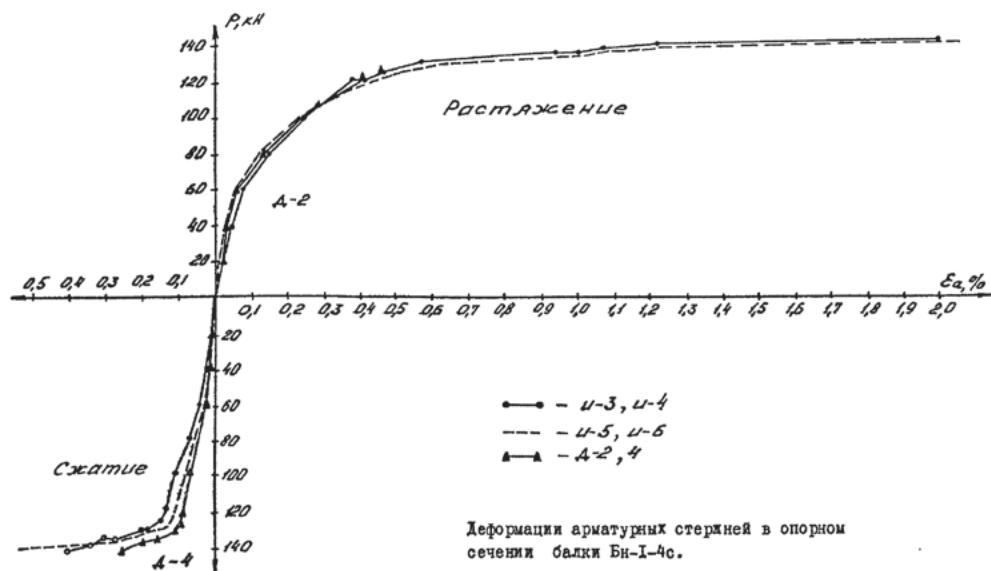


Рисунок 3а — Опытные диаграммы растяжения арматуры

по расчету статически неопределеных железобетонных конструкций.

Деформационные свойства расчетных сечений статически определимых и неопределенных обычных и преднапряженных балок, при степени армирования в диапазоне $0,45\text{--}0,9\xi_r$, были достаточны для реализации прочностных характеристик в полной мере без хрупкого разрушения.

В пластических шарнирах обычных статически определимых балок при уровне малоциклических нагрузок 0,9 деформации арматуры достигали значений 2,4%, при уровне 0,8–0,65%, при разрушении соответственно — 4,43% и 3,17%. В преднапряженных образцах при уровне 0,9 деформации арматуры достигали 1,1% и при уровне 0,8–0,5%, а при разрушении соответственно — 3,47% и 2,88%.

Относительные предельные деформации бетона крайних волокон сжатой зоны бетона в обычных балках достигали 0,45% и в преднапряженных — 0,38%. Деформации арматуры и бетона в пластических шарнирах статически неопределенных балок развивались в среднем в таких же пределах (рис. 3а, 3б).

В проведенных исследованиях все опытные образцы были армированы двойной арматурой, которая при знакопеременных малоциклических нагрузлениях высокого уровня, оказывалась попеременно в стадии растяжения или сжатия. Происходило накопление остаточных деформаций удлинения от цикла к циклу, и вследствие чего арматура при сжатии в большей мере вовлекалась в восприятие напряжений сжатия, что положительно сказалось на условиях работы бетона сжатой зоны и в целом прочности расчетных сечений в отличие от одиночного армирования. Этот важный вопрос нуждается в специальных экспериментальных исследованиях.

При малоциклических нагрузлениях опытных образцов балок стабилизация гистерезисных кривых происходи-

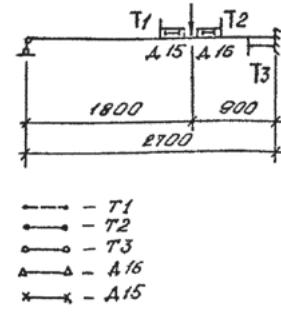


Рисунок 3б — Опытные диаграммы сжатия бетона

ла в течение первых 3-х циклов нагружения и оставалась практически без изменения в процессе 10 или до 50 циклов нагружения среднеармированных балок. По гистерезисным кривым были получены характеристики поглощения энергии, характеризуемые коэффициентом поглощения энергии

$$\Psi = \Delta W/W, \quad (3)$$

где ΔW — поглощенная энергия;
 W — затраченная энергия.

Коэффициент Ψ , в зависимости от характера и степени армирования элементов и уровня нагружения, при уставновившихся гистерезисных диаграммах деформирования в среднем составил 0,4–0,5. В балках с $\xi_p/\xi_r = 0,9$, при уровне малоциклического нагружения 0,9, на последних циклах коэффициент поглощения энергии Ψ достигал значения 0,7.

На рис. 4 приведены гистерезисные диаграммы деформирования для двух балок, испытанных 10 и 50 циклами соответственно при уровнях знакопеременного малоциклического нагружения 0,9 и 0,8.

Малоциклическую прочность железобетонных изгибающихся конструкций по нормальному сечению, с обеспечением достаточной надежности, с ограничением допускаемой предельной деформативности арматуры и бетона в пласти-

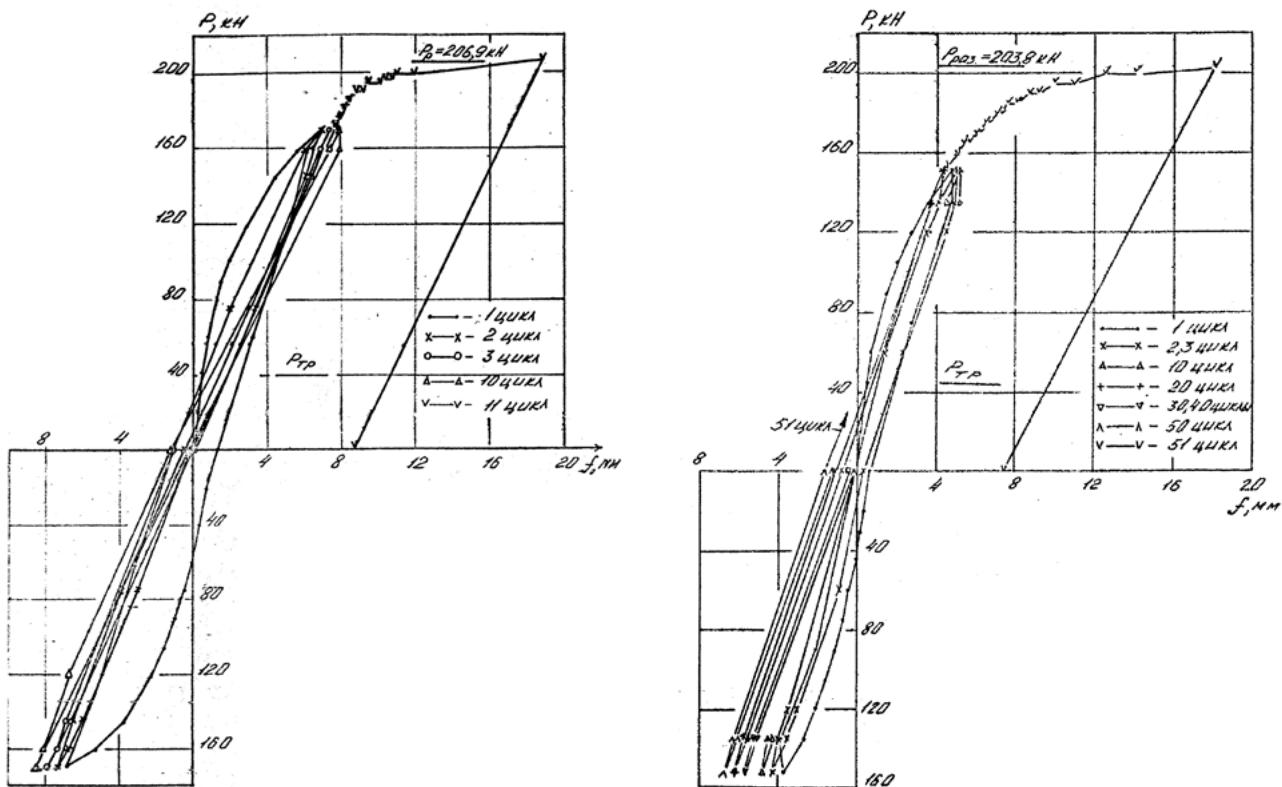


Рисунок 4 — Гистерезисные диаграммы деформирования балок

ческих шарнирах, рекомендуется определять с учетом коэффициента малоцикловости K_{mc} . Его значение предлагается принять равным 0,85 для обычных и 0,9 для преднапряженных конструкций при расчете по второму уровню воздействия сейсмических нагрузок (МР3).

Таким образом, расчет прочности нормальных сечений (пластических шарниров) железобетонных изгибающихся элементов при $\xi_p \leq \xi_r$, подвергающихся малоцикловым нагрузлениям высокой интенсивности типа сейсмических для расчета на усилия по второму уровню воздействия сейсмических нагрузок (МР3), рекомендуется производить с учетом коэффициента малоцикловости K_{mc} .

$$M_p = [R_{bn}bh_0^2 \xi_p (1 - 0,5 \xi_p) + R_{sc}A_s'(h_0 - a')]K_{mc} \quad (4)$$

или

$$M_p = \gamma_{s6} R_{sn} A_s (h_0 - a') K_{mc}, \quad (5)$$

при этом в качестве расчетных сопротивлений бетона и арматуры следует принимать R_{bn} и R_{sn} — нормативные значения сопротивлений бетона сжатию и арматуры растяжению; R_{sc} — напряжение в сжатой арматуре, определяемое по предельным деформациям в бетоне сжатой зоны равным не менее 0,35%; γ_{s6} — значение данного коэффициента принимается по СНиП 2.03.01-84.

Полученные в экспериментальных исследованиях опытные данные по допускаемым предельным деформациям бетона и арматуры в пластических шарнирах могут быть использованы при расчете ригелей каркасных зданий на малоцикловую прочность по уровню МР3, а также при разработке расчетных методик на сейсмические воздействия с учетом неупругой работы конструкций.

Список использованной литературы

1. Ставров Г.Н., Руденко В.В., Федосеев А.А. Прочность и деформативность бетона при повторно-статических нагрузлениях // Бетон и железобетон. 1985. № 1.
2. Бабич Е.М., Погореляк А.П., Залесов А.С. Работа элементов на поперечную силу при немногократно повторных нагрузлениях // Бетон и железобетон. 1981. № 6.
3. Рутман Ю.Л., Симборт С.Э. Выбор коэффициента редукции сейсмических нагрузок на основе анализа пластического ресурса конструкции с учетом малоцикловой усталости // Сейсмостойкое строительство, Безопасность сооружений. 2011. № 5.
4. Борджес Дж.Ф., Равара А. Проектирование железобетонных конструкций для сейсмических районов. М.: Стройиздат, 1978.
5. Абаканов М.С., Крылов С.М., Гуща Ю.П. Прочность статически неопределеных балок, армированных сталью без площадки текучести // Бетон и железобетон. 1981. № 1.

Материалы хранятся по адресу:
050046, Республика Казахстан,
г. Алматы, ул. Солодовникова, 21,
тел.: (727) 392-70-22, факс: (727) 392-75-92,
e-mail: m.abakanov@mail.ru



А.С. ЗОЛОТКОВ,
канд. техн. наук, доц.,
зам. министра регионального развития
и строительства Республики Молдова

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ СТЕН МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Вибрационные испытания фрагментов монолитных зданий до разрушения в г. Кишиневе явились заключительным этапом исследований, направленных на разработку эффективных схем армирования сейсмостойких монолитных зданий, метода расчета их стен на основе уточненных расчетных моделей и методов усиления таких зданий.

Этот эксперимент позволил уточнить расчетные модели монолитных зданий, апробировать ранее разработанную аналитическую методику их расчета с учетом сейсмического воздействия, экспериментально проверить эффективность различных систем армирования стен монолитных зданий, проследить за изменением их динамических характеристик по мере развития в конструкциях пластических деформаций и различных повреждений.

Автор предлагает новую расчетную модель стены многоэтажного монолитного здания при действии особого сочетания нагрузок, а также новую схему армирования монолитных стен.

Ключевые слова: монолитное домостроение, сейсмостойкое строительство, вибромашина, сейсмическое воздействие, вибродинамические испытания зданий, степень повреждения конструкций, динамические характеристики, аналитическая методика, система армирования стен.

Изучение информации, полученной различными авторами, показало [1], что, несмотря на интенсивное развитие монолитного строительства в сейсмических районах мира, вопросы расчета и конструирования стен монолитных зданий не получили кардинального решения. Это обусловило необходимость проведения разносторонних исследований поведения монолитных зданий в различных силовых ситуациях. Ниже освещаются основные результаты работ автора в этом направлении.

Экспериментальному изучению поведения стенных панелей в условиях сложного загружения предшествовал детальный анализ обширного объема работ отечественных

и зарубежных авторов. Результаты этого анализа подробно освещены в работе [1].

Опыты автора были осуществлены на моделях стенных панелей, выполненных при множителе геометрического подобия 0,5.

Испытанию в специальном стенде подвергались панели с различным армированием (рис. 1). Стенд был жестко соединен с силовым полом.

Конструкция стенда позволяла прикладывать к панели сосредоточенную и распределенную по ее длине вертикальную нагрузку до 2000 кН и такую же по величине знакопеременную горизонтальную, которая сосредоточенно прикладывалась к панели посередине длины ее нагрузочной зоны.

Всего в этих опытах было испытано 10 стенных панелей с различным армированием (рис. 2.)

Стеновая панель в условиях сложного загружения подчиняется классической динамике напряженно-деформированного состояния плоских железобетонных элементов, однако, с проявлением определенной специфики.

При постоянной вертикальной и увеличивающейся горизонтальной нагрузке конструкция последовательно проходит три характерные стадии напряженно-деформированного состояния (НДС).

Испытания стенных панелей позволили сделать следующие выводы:

- 1) Полевое армирование (даже слабое) существенно повышает несущую способность панелей;
- 2) Причиной преждевременного разрушения конструкций при сейсмическом воздействии является агрессивное воздействие контурной арматуры на окружающий ее сжатый бетон. Практически во всех панелях с контурным армированием в виде классических пространственных каркасов имело место выпучивание продольных стержней и откалывание ими окружающего сжатого бетона. Отрицательное действие продольной контурной арматуры на сжатую зону бетона будет особенно контрастным при циклическом знакопеременном загружении, то есть в ситуации, характерной для сейсмостойких конструкций.

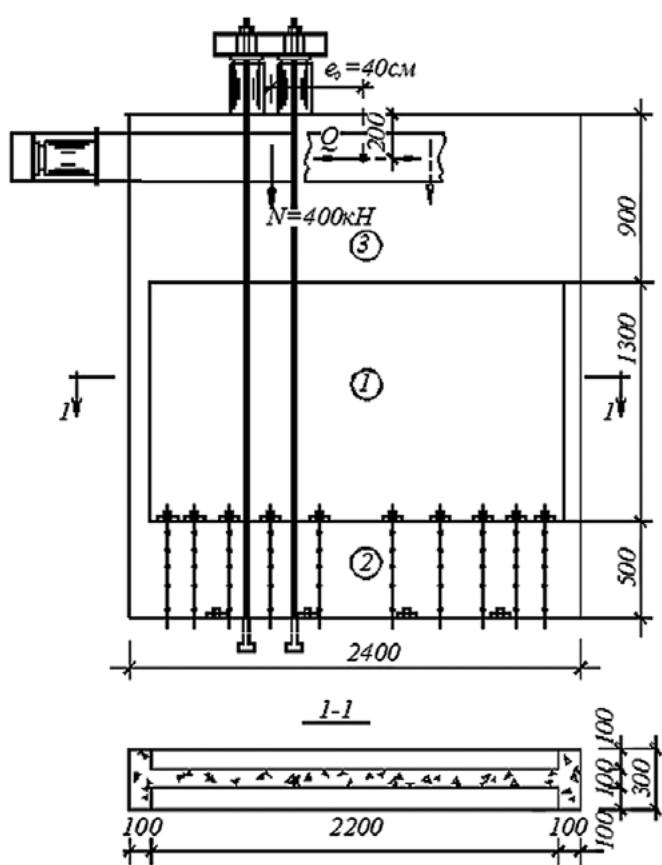


Рисунок 1 — Общий вид фрагментов

Совершенно иначе вели себя в стадии разрушения панели, пучки контурной арматуры которых у опорных зон были усилены спиралью, причем очень малой мощности. В этих панелях вплоть до полного их разрушения сжатые зоны сохранились абсолютно неповрежденными, выкалывание и выкрашивание бетона не фиксировалось, а арматура не изгибалась.

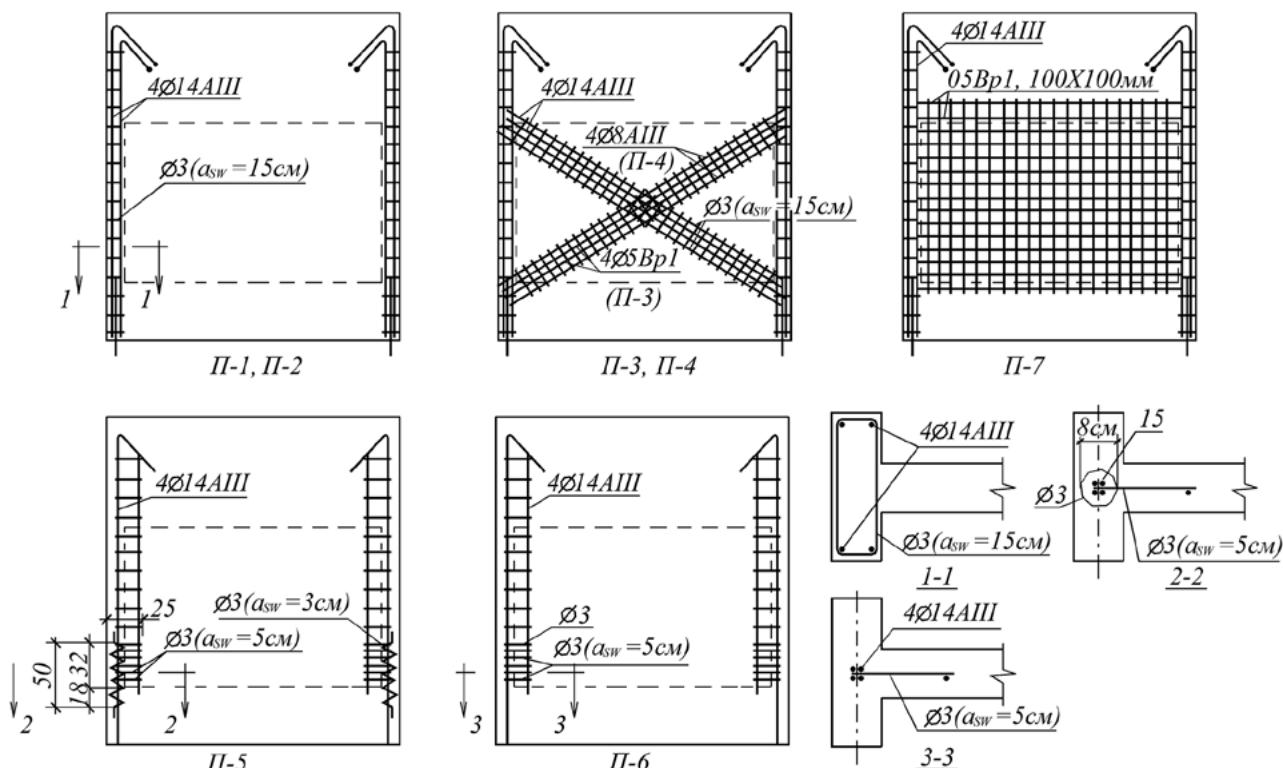
Говоря об эффекте спирального усиления бетона, окружающей контурной арматуры, нельзя забывать и о сдвиговой составляющей деформаций панелей. Вряд ли необходимо доказывать, что, сохранив сжатую зону, мы тем самым повышаем сопротивление панелей сдвигу. Помимо этого достигается полноценное участие контурных стержней в работе сжатой зоны конструкции.

Таким образом, использование эффекта «бетон в обойме» в данном случае увеличивает сопротивление панелей как изгибу, так и сдвигу, полностью локализуя агрессивное воздействие контурной арматуры на окружающий сжатый бетон.

3) Распределение напряжений по длине контурных стержней неравномерно и существенно меняется при трещинообразовании.

Вначале загружения панели горизонтальной нагрузкой максимумы напряжений σ_s и $\sigma_{s'}$ фиксируются в опорном сечении. По длине стержней эпюры σ_s и $\sigma_{s'}$ тяготеют к треугольной форме.

Для эпюры σ_s эта тенденция сохраняется на протяжении всех трех стадий НДС. Иначе ведут себя эпюры $\sigma_{s'}$. Появление трещины приводит к скачкообразному перераспределению в сечение с трещиной напряжений с бетона на арматуру. В отличие от плавной эпюры напряжений σ_s эпюра $\sigma_{s'}$

Рисунок 2 — Армирование опытных панелей
(армирование опорных и нагрузочных зон условно не показано)

носит зигзагообразный характер с пиками в сечениях с трещинами. Понятно, что чем больше таких трещин (например, при развитом полевом армировании), тем больше будет таких «пиков» с относительно меньшей высотой. Наиболее «неспокойные» эпюры присущи панелям без полевого армирования. Форма изгибающихся эпюр σ_s и $\sigma_{s'}$ свидетельствует о существенном вкладе в формирование распределения напряжений по длине арматурных стержней изгибных деформаций конструкций. Напряжения σ_s в сечении с косой критической трещиной будут всегда меньше напряжений в опорном сечении. Из этого следует, что если в последнем напряжение достигнет R_s , то в этот же момент времени в расчетном наклонном сечении они будут равны $\gamma_s R_s$ (где $\gamma_s \leq 1$).

4) В описываемых опытах изучались нормальные и касательные напряжения в сжатых зонах при опорных сечениях. Частные эпюры напряжений σ_y и τ_{xy} для отдельных панелей, как и следовало ожидать, носят «неспокойный» характер в силу неоднородности бетона. Однако совместный анализ эпюр σ_y для группы испытанных панелей достаточно четко указывает на возможность их аппроксимации треугольником с основанием x (x — длина сжатой зоны) и максимальной ординатой R_b (в стадии разрушения). Этот вывод согласуется с экспериментальными данными работы.

Инструментальные наблюдения так же показали, что касательные напряжения τ_{xy} фиксируются на участке про-тяженностью несколько большей x . Их эпюра в пределах длины сжатой зоны сечения может быть описана уравнением квадратной параболы с максимумом на удалении 0,6 x от наиболее сжатого края опорного сечения.

Согласно международным нормам конструкция обладает достаточной пластичностью при коэффициенте пластиности деформирования $\gamma \geq 4$.

В описываемых опытах эта характеристика колебалась в диапазоне 9,2–15,5.

Из сказанного следует, что стены монолитных зданий вполне удовлетворяют современным принципам обеспечения сейсмостойкости конструктивных систем даже при разрушении по косым сечениям. Для предотвращения хрупкого разрушения панелей необходимо армировать. Наиболее эффективно полевое армирование наклонными каркасами.

Для выявления влияния конструктивных схем на их работу технологических швов, специфики контурного и полевого армирования, параметров основания и др. факторов, изучить которые при статических испытаниях отдельных конструкций или даже фрагментов часто невозможно или весьма затруднительно, были выполнены динамические испытания. Именно динамические испытания конструктивных систем дают информацию, необходимую для разработки их расчетных моделей.

В г. Кишиневе, при участии автора, были проведены уникальные вибрационные испытания двух фрагментов монолитных зданий при высоких уровнях инерционной нагрузки, вплоть до разрушения.

В геометрическом отношении оба фрагмента высотой по 6 этажей одинаковы. Отличались они по схемам полевого армирования. Фундаменты обоих фрагментов были выполнены в виде железобетонных плит с размерами в плане 9,84x14,6 м, толщиной 40 см. Надземной 6-этажной части со стенами толщиной 20 см из керамзитобетона предше-

ствовал технический этаж со стенами толщиной 40 см из тяжелого бетона класса B15.

Все междуэтажные перекрытия (за исключением самых верхних) были выполнены толщиной 16,0 см из тяжелого бетона класса B15 и армированы сетками по схеме плит, защемленных по контуру. В самых верхних перекрытиях были замоноличены стальные рамы для крепления вибромашины.

Согласно программе испытаний фрагментов напряжения в их горизонтальных сечениях должны были соответствовать напряжениям в 16-этажных зданиях, массовое строительство которых осуществлялось в Молдове. В описываемых фрагментах дополнительный пригруз обеспечивался системой гидродомкратов ДГ-100 и гибких тяг, не имевших связи со стенами по всей их высоте.

Динамическая нагрузка на фрагменты создавалась вибромашиной с поэтажным увеличением момента, максимум которого достигал 2340 кгм.

При проведении описываемых испытаний удалось достичь выраженного развития в конструкциях фрагментов (стенах и перекрытиях) пластических деформаций и серьезных повреждений, вплоть до разрушения.

Описываемые испытания фрагментов до разрушения однозначно продемонстрировали, что решающая роль в формировании несущей способности стен монолитных зданий, и в первую очередь повышенной этажности, принадлежит контурной арматуре, устанавливаемой на периферических участках стен.

Однако при установке этой арматуры следует соблюдать определенные правила, при нарушении которых она становится агрессивной по отношению к окружающему бетону в фазе работы «на сжатие». Правила эти следующие:

- а) стыки контурной арматуры должны быть вынесены за пределы $1/4$ высоты каждого этажа;
- б) следует стремиться расчетное сечение контурной арматуры набирать минимальным количеством стержней, т.е. стержнями возможно большего диаметра;
- в) в зонах возможного выпучивания контурную арматуру целесообразно усиливать косвенным армированием.

Проведенные экспериментальные исследования стено-вых панелей при сложном загружении, а также вибрационные испытания фрагментов монолитных зданий при высоких уровнях инерционной нагрузки позволили получить:

- а) расчетную модель траектории критической трещины монолитных зданий с учетом сейсмического воздействия (рис. 3);

б) разработать аналитический метод расчета прочности монолитных стен при разрушении по наклонным сечениям. Основой его является расчетная модель, учитывающая одновременное действие в расчетном наклонном сечении изгибающих моментов, поперечных и нормальных усилий, а также влияния технологических особенностей возведения монолитных зданий, таких как раздельное бетонирование стен и устройства технологических швов.

Условие прочности по i -му расчетному наклонному сечению (рис. 3, в) условия равновесия блока А будут иметь вид:

$$N_i = N_b + N'_s - N_s + N_t - N_{sq} - T_{s,inc} \cdot \cos \gamma; \quad (1)$$

$$Q_i = Q_b + Q_t + Q_{sw} + T_{s,inc} \cdot \sin \gamma; \quad (2)$$

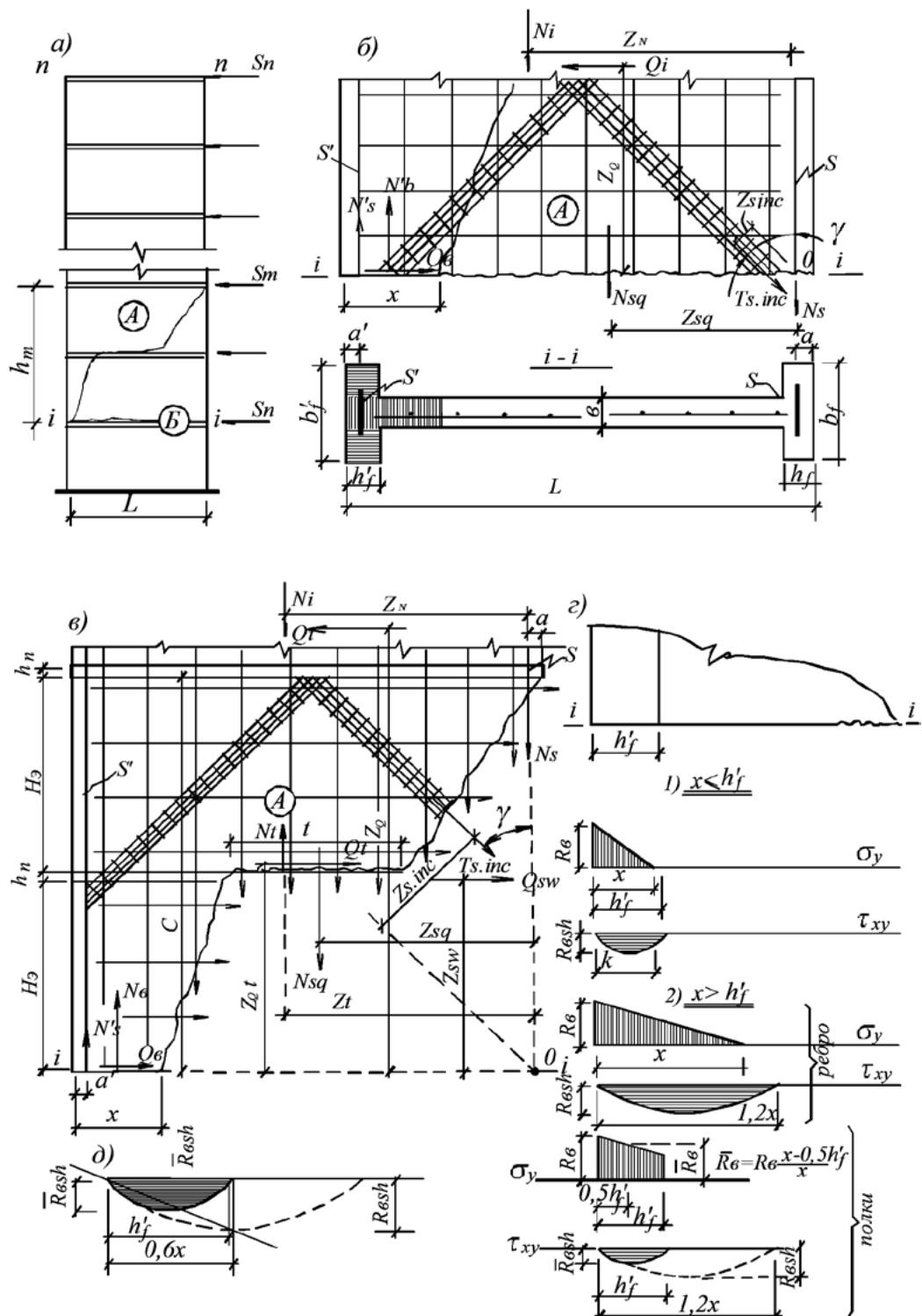


Рисунок 3 — К аналитическому расчету стен монолитных зданий

$$M_{i(o)} = Q_i Z_Q - N_b Z_b + N'_s Z'_s + N_t Z_t + Q_t Z_{qt} - N_{sq} Z_{sq} + Q_{sw} Z_{sw} + T_{s.inc} Z_{s.inc} - N_i Z_N, \quad (3)$$

где N_i — равнодействующая вертикальной нагрузки для i -го расчетного сечения. В ее состав входят все внешние силы, приложенные выше расчетного сечения (горизонтального или наклонного);

Q_i — перерезывающая сила от внешней горизонтальной нагрузки в i -ом сечении. Для расчетной модели стены, изо-

браженной на рис. 3, в) Q_i определяется с учетом того, что сила S_i распределяется между блоками А и Б;

$M_{i(o)}$ — сумма моментов относительно точки O горизонтальных сил S_k

$$M_{i(o)} = \sum_{k=i+1}^n S_k h_k. \quad (4)$$

Величину $M_{i(o)}$ иначе можно определить как момент равнодействующей горизонтальных сил S_k относительно точки O , находящейся на пересечении i -го сечения с линией действия усилия N_s (рис. 3, в).

$$M_{i(o)} = Z_Q Q_i, \quad (5)$$

$$Z_Q = \frac{\sum_{k=i+1}^n S_k h_k}{\sum_{k=i+1}^n S_k}. \quad (6)$$

N_S, N'_S — равнодействующая напряжений соответственно в растянутой и сжатой контурной арматуре в расчетном сечении;

$N_{sq}, Q_{sw}, T_{s,inc}$ — равнодействующая напряжений соответственно в вертикальных, горизонтальных и наклонных полевых стержнях, пересекаемых расчетным сечением;

N_t — равнодействующая напряжений σ_y на горизонтальном участке расчетного наклонного сечения;

Q_t — равнодействующая сил трения на горизонтальном участке наклонного расчетного сечения;

Q_b — сопротивление сжатой зоны бетона срезу;

N_b — равнодействующая напряжений σ_y в сжатой зоне стены;

x — длина сжатой зоны стены;

$Z_b, Z'_s, Z_N, Z_t, Z_{qt}, Z_{sq}, Z_{sw}, Z_{s,inc}$ — плечи соответствующих сил относительно точки О.

Определим значения усилий, входящих в уравнения (1) – (3) для двух случаев работы стены:

При этом в обоих случаях будем придерживаться принципа:

$$G = G_{(p)} + G_{(n)}, \quad (7)$$

где G — равнодействующая усилий в сжатой части сечения стены;

$G_{(p)}, G_{(n)}$ — часть равнодействующей усилия G , действующая соответственно в ребре и полках сечения.

После определения значений усилий в бетоне и арматуре, подставляем их в выражения (1) – (3), получаем систему уравнений для i -го расчетного наклонного сечения стены.

a) при $x \leq h_f'$

$$\begin{aligned} N_i &= R_b \left[0,47 b_f' x + n A_s' \frac{x - a'}{x} \right] - \psi_s R_s A_s + N_t - \\ &- q_{sq} (L - h_f' - t - x - S_q) - A_{s,inc} R_{s,inc} \cos \gamma, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} Q_i &= 0,74 R_{bsh} \left[b + 0,7(b_f' - b) \right] x + \\ &+ f N_t + q_{sw} (c - S_w) + A_{s,inc} \cdot R_{s,inc} \sin \gamma, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} M_{i(o)} &= R_b \left[0,47 b_f' x \left(L - a - \frac{x}{3} \right) + n A_s' \frac{x - a'}{x} (L - a - a') \right] + \\ &+ N_t \left\{ \frac{2}{3} \left[L - (H_e + h_p) \right] \operatorname{tg} \beta + 0,5 H_e \operatorname{tg} \alpha - x \right\} - a + \\ &+ f (H_e + h_p) \left\{ -0,5 q_{sq} (L - h_f' - t - x - S_q) \cdot \right. \\ &\cdot (L - a - x - S_q) + 0,5 q_{sq} (c - S_w)^2 - A_{s,inc} \cdot R_{s,inc} \cdot Z_{s,inc} - N_i Z_N, \end{aligned} \quad (10)$$

б) при $x > h_f'$

$$\begin{aligned} N_i &= R_b \left[0,47 \left[bx + \frac{2x - h_f'}{x} (b_f' - b) h_f' \right] + n A_s' \frac{x - a'}{x} \right] - \\ &- \psi_s R_s A_s + N_t - q_{sq} (L - h_f' - t - x - S_q) - A_{s,inc} R_{s,inc} \cos \gamma, \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} Q_i &= 0,74 R_{bsh} \left[bx + \left(1,04 - 0,44 \frac{h_f'}{x} \right) (b_f' - b) \frac{h_f'}{x} \right] + \\ &+ f N_t + q_{sw} (c - S_w) + A_{s,inc} \cdot R_{s,inc} \sin \gamma, \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} M_{i(o)} &= R_b \left\{ 0,47 \left[bx \left(L - a - \frac{x}{3} \right) + \frac{2x - h_f'}{x} (b_f' - b) h_f' \right. \right. \\ &\left. \left. \left(L - a - \frac{h_f'}{3} \cdot \frac{3x - 2h_f'}{2x - h_f'} \right) \right] + n A_s' \frac{x - a'}{x} (L - a - a') \right\} + \\ &+ N_t \left\{ \frac{2}{3} \left[L - (H_e + h_p) \right] \operatorname{tg} \beta + 0,5 H_e \operatorname{tg} \alpha - x \right\} - a + \\ &+ f (H_e + h_p) \left\{ -0,5 q_{sq} (L - h_f' - t - x - S_q) \cdot \right. \\ &\cdot (L - a - x - S_q) + 0,5 q_{sw} (c - S_w)^2 - A_{s,inc} \cdot R_{s,inc} \cdot Z_{s,inc} - N_i Z_N. \end{aligned} \quad (13)$$

Проведенные экспериментальные исследования прежде всего позволили получить информацию, необходимую для создания расчетной динамической модели стеновых конструкций, работающих в условиях сложного знакопеременного циклического загружения.

Для создания такой модели и соответствующего аналитического расчета ее прочности необходимо было, полученные экспериментальные данные дополнить сведениями о напряженно-деформированном состоянии конструкции в стадии разрушения. Такая информация была получена путем расчета стеновых панелей и стен зданий с различными параметрами по программе, реализующей метод конечных элементов в неупругой постановке.

Важным результатом проведенных исследований является разработка принципиально новых систем армирования линейных и плоскостных железобетонных конструкций, работающих в условиях знакопеременности и циклическости силового воздействия. Эти системы не только позволяют предотвратить агрессивную роль в разрушении сжатого бетона продольной арматуры в фазе ее работы на сжатие, но и обеспечивают полноценное участие этой арматуры в формировании несущей способности конструкции.

Помимо этих результатов проведенные исследования позволили отработать технику и методику экспериментального изучения плоскостных конструкций в условиях сложного загружения, установить зависимость между расчетными параметрами тяжелого бетона, используемого в строительстве Молдовы.

Список использованной литературы

- Золотков А. С. Сейсмостойкость монолитных зданий. Кишинев: «Картия Молдовей», 2000. 283 с.

Материалы хранятся по адресу:
тел.: +373-22-204-569,
факс: +373-22-211-902,
e-mail: zolotcov@gmail.com



Ш.А. ХАКИМОВ,
канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
зав. отделом сейсмостойкого
строительства ОАО «ТошуйжойЛИТИ»

НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В докладе рассматриваются некоторые новые концепции проектирования и возведения сейсмобезопасных кирпичных, каркасно-панельных зданий, а также зданий индивидуальной постройки из малопрочных стеновых материалов. Новые концепции основаны на результатах инженерного анализа последствий землетрясений последних лет, произошедших на территории Центральной Азии.

Ключевые слова: новые концепции, проектирование, сейсмобезопасность, кирпичные, каркасно-панельные, глинобитные здания, последствия землетрясений.

Инженерный анализ последних не самых сильных землетрясений в Центральной Азии: Канского (Кыргызстан) от 19.07.2011 г.— M6,2, Уртачирчикского Ташкентской области (Узбекистан) от 25.05.2013 г.— M5,6, Маржанбулакского Джизакской области (Узбекистан) от 26.05.2013 г.— магнитудой около 6,0, еще раз показали повышенную уязвимость и повреждаемость зданий с применением кирпичной (каменной) кладки, отдельных типов каркасно-панельных систем и зданий с применением местных малопрочных стеновых материалов (кирпич-сырец, глина, саманные блоки и т.п.).

Кирпичные здания

Кирпичная кладка наиболее полно изучена, как не одна другая конструкция, посредством экспериментальных исследований как отдельных на простенках, так и в моделях зданий, включая натурные здания. При этом нагрузки задавались в виде статических, квазистатических и динамических (типа сейсмических) воздействий. Кроме того имеется определенный опыт поведения кирпичных зданий при реальных землетрясениях. Рекомендации и требования, заложенные в действующем СНиПе по проектированию кирпичных зданий, обоснованы результатами эксперимен-

тальных исследований, а также изучением поведения кирпичных зданий при землетрясениях. Отдельные результаты анализов поведения кирпичных зданий высотой до пяти этажей при землетрясениях показывают, что запроектированные согласно рекомендациям СНиП и возведенные строго в соответствии с разработанным проектом они удовлетворительно сопротивляются землетрясениям расчетной интенсивности.

Однако в реальной жизни этого не происходит. Состояние большинства кирпичных зданий после землетрясения, хотя жертв не было, было таковым, что деформации были настолько значительными, что иногда не представлялось целесообразным с экономической точки зрения их восстановление и усиление. И это происходило даже при воздействиях ниже расчетных.

Ниже в таблице приводятся данные по воздействию на кирпичные здания не самых сильных землетрясений Центральной Азии по результатам их инженерного анализа, а так же виды отдельных кирпичных, каркасно-панельных зданий и зданий индивидуальной постройки из малопрочных материалов с повреждениями, которые они получили при землетрясениях, приведенных в таблице.

Причины повышенной уязвимости кирпичных зданий определяются многими факторами, основными из которых являются:

- низкое качество материалов, нарушение технологий возведения кирпичных стен, низкое качество сцепления кирпича с раствором, швы между плитами перекрытий, как правило, не замоноличиваются и т.д.;
- резкое снижение уровня контроля качества процессов проектирования, возведения зданий, производства строительных материалов в условиях новых экономических отношений, установленных правилами бизнеса и частного производства;
- отсутствие исследовательских работ, направленных на совершенствование кирпичного строительства, его составляющих (кирпича и раствора) и др.

За последние 20 лет практически не разрабатывались мероприятия по совершенствованию рассматриваемых конструктивных типов зданий. Практика регулирования и компенсация низкого качества кирпичного строительства, основного вида возведения зданий в республиках Центральной Азии, например, в нормах Узбекистана за счет искусственного увеличения сейсмической нагрузки повышением значения коэффициента редукции не дали ощутимых результатов, хотя, возможно без этого мероприятия ущерб от землетрясений мог бы быть еще более ощутимым.

Практически повсеместно на протяжении существования кирпичного строительства (за исключением памятников архитектуры) не обеспечивается минимальное значение нормального сцепление кирпича с раствором, допускается «пустошевка», не обеспечивается выполнение требований по созданию жесткого диска и т.д.

Сложившаяся ситуация с кирпичным строительством такова, что из года в год на протяжении более 50 лет после очередного землетрясения ученые и инженеры, выполняющие инженерный анализ последствий землетрясений, утверждают, что причинами высокой повреждаемости кирпичных зданий являются в основном не качественные материалы и низкое качество возведения кирпичных зданий. Однако радикальных мер по устранению причин высокой повреждаемости кирпичных стен практически не принимались.

В то же время, в наши дни кирпичные (каменные) здания при возведении зданий различного назначения остаются основным видом строительства не только в республиках Центральной Азии, но и в других странах СНГ. Поэтому экономически не выгодно и не целесообразно отказываться от строительства зданий такого типа. Для этого необходимо разработать механизмы, новые принципы и концепции проектирования и создания технических решений, обеспечивающих соблюдение правил производства работ и конструктивных мер, направленных на повышение сейсмостойкости зданий с несущими и ненесущими каменными стенами с таким расчетом, чтобы они могли быть достаточно сейсмостойкими.

Каркасно-панельные железобетонные здания

Каркасно-панельные системы с применением тяжелых навесных панелей, самонесущих стен из кирпича, перегородок с применением мелкоштучных изделий были разработаны в такое время, когда номенклатура эффективных ограждающих конструкций была сильно ограничена. Эти конструктивные системы так же оказались уязвимыми со значительным экономическим ущербом даже при землетрясениях значительно слабых по отношению к расчетным воздействиям. При этом серьезно повреждаются ограждающие конструкции, перегородки, подвесные потолки, вплоть до их разрушений.

Хотя за последние годы появилось достаточно большое количество эффективных облегченных ограждающих конструкций и перегородок, тем не менее в СНиПе эта система рекомендуется для применения и нередко используется на практике. Представляется целесообразным резко ограничить область применения каркасно-панельных систем с тяжелыми ограждающими конструкциями, а также перегородок с применением мелкоштучных изделий (кирпича, блоков, камней и т. п.).

Здания индивидуальной постройки из местных малопрочных стеновых материалов

Жилая застройка сельской местности Центральной Азии в основном представлена домами из местных грунтовых материалов (глина, кирпич-сырец, саманные блоки и т.д.). Дешевизна и быстрота возведения домов из таких материалов определяет их массовость. Хотя очевидно, что дома из таких материалов не должны возводиться в сейсмических районах, так как область их применения резко ограничена действующими нормами разных стран.

Следует указать, что строительство индивидуальных домов, особенно в сельской местности, оказалось в не зоны контроля государственными органами надзора. В этих условиях землетрясение силой 7 и более баллов может привести к трагическим последствиям. Поэтому, поскольку рассматриваемый вид возведения индивидуальных жилых домов населением реально существует, независимо от за-

Воздействие землетрясений Центральной Азии последних лет на кирпичные здания

№№ п/п	Землетрясение, дата	Интенсивность в эпицентре, балл	Интенсивность в зоне обследо- вания, балл	Расчетная сейсмичность зданий, балл	Степень повреждения по шкале MSK-64
1	2	3	4	5	6
1.	Камашинское Кашкадарьинской области (Узбекистан), 2000-2002 г.г. – M5,3	8	8	8	2,5
2.	Луговское Джамбульской области (Казахстан) 23.05.2003 г. M5,4	7	7	8	2-2,5
3.	Канско Баткентской области (Кыргызстан), 20.07.2011 г. M6,2	8	6-7	8-9	2-2,5
4.	Туябузгурское Ташкентской области (Узбекистан), 25.05.2013г. M5,6	7	6	8	1,5-2
5.	Маржанбулакское Джизакской области (Узбекистан), 25.05.2013 г. M6,0	8	6-7	8	2-3



Смещение крыши относительно стен на 40 см кирпичного здания колледжа после Канского землетрясения



Повреждение стен каркасно-панельного здания школы после Канского землетрясения



Обрушение подвесного потолка в зале кирпичного школьного здания при Канском землетрясении



Фрагмент обрушения сырцового жилого дома после Канского землетрясения



Фрагмент обрушения стены аварийного кирпичного здания школы и подвижки плит перекрытия после Марджанбулакского землетрясения



Фрагмент обрушения сельского сырцового жилого дома при Марджанбулакском землетрясении

претов на его применение, представляется целесообразным с учетом сложившейся ситуации разработать механизмы регулирования сейсмобезопасностью указанного вида строительства индивидуальных жилых домов, особенно, в сельской местности.

Поскольку указанная ситуация повторяется от землетрясения к землетрясению и установившаяся практика реагирования практически оказывается неэффективной, настало время коренным образом пересмотреть концепции проектирования, возведения и контроля качества, исключающие или смягчающие действия указанных ранее факторов повышенной уязвимости рассматриваемых конструктивных типов зданий. Предлагается введение системного подхода к методам формирования и контроля сейсмобезопасности возводимых зданий и сооружений с применением кирпича, каркасно-панельных конструкций и зданий из местных малопрочных материалов.

Новые концепции проектирования ориентированы на признание и учет особенностей сложившейся ситуации, повторяющейся из года в год и разработку таких механизмов регулирования безопасности зданий, которые в какой-то мере позволили бы уменьшить сейсмический риск строительства зданий с применением рассматриваемых конструктивных типов.

Отдельными элементами новой концепции являются:

- разработка новых более совершенных конструктивных решений и технологий возведения, снижающих брак в работе строителей, материалов, изделий, добавок к строительным растворам, повышающих клейкость раствора, и т.д.;
- ограничение по этажности зданий, в которых кирпичная кладка используется в качестве несущей конструкции, воспринимающей сейсмическую нагрузку;
- в зданиях повышенной этажности (более 4-х этажей) в качестве несущей конструкции используются преимущественно: железобетон, металл, сборные кирпичные панели и блоки заводского изготовления и т. п.;
- при специальном обосновании для зданий более 4-х этажей допускается применение усиленной кирпичной кладки в качестве ненесущей конструкции;
- в положения СНиП вводятся обязательные регламенты поэтапного и пооперационного контроля качества, начиная от проектирования объекта и его возведения, который осуществляется независимыми экспертами из НИИ и проектных организаций, оснащенных современным оборудованием;
- в случаях, когда результаты контроля параметров, влияющих на сейсмобезопасность здания, оказываются ниже требуемых нормативными документами, производство работ приостанавливается до выяснения и устранения причин занижения прочностных параметров. В таких случаях возведенная часть конструкции с низкими параметрами прочности должна быть усиlena в соответствии с рекомендациями проектной организации или демонтирована;
- к кирпичным зданиям рекомендуется применять активные методы сейсмозащиты;
- особые требования предъявляются к устройству горизонтальных диафрагм — перекрытий и покрытий. Перекрытия и покрытия зданий должны быть более жесткими

в горизонтальной плоскости, обеспечивая совместность работы вертикальных конструкций при сейсмических воздействиях. Используемые в сейсмических районах в качестве перекрытия многопустотные панели со шпонками на боковых гранях глубиной 8–15 мм не обеспечивают жесткого диска из-за того, что зазоры между плитами, как правило, не заливаются мелкозернистым бетоном или цементно-песчаным раствором, а засыпаются строительным мусором. И даже в случае их заливки, но отсутствия ухода за свежеуложенным бетоном, из-за усадки образуются трещины и при сейсмических воздействиях неглубокие шпонки практически не срабатывают. Опыты показали, что, начиная с глубины шпонки не менее 30 мм, она начинает работать на срез, и такая шпонка технологична при ее заливке мелкозернистым бетоном.

Освоенные промышленностью многопустотные плиты рекомендуется использовать в 7 и 8-балльных районах с раздвижкой как минимум на 100 мм и армированием арматурным каркасом, соединенным с антисейсмическим поясом.

Для районов сейсмичностью 9 и более баллов перекрытие, выполненное для 7 и 8-балльной зоны, усиливается набетонкой толщиной не менее 50 мм, армированного арматурной сеткой 6/6/150/150 из проволоки Ø 6 мм; мелкозернистый бетон набетонки не менее В15.

Наиболее эффективным вариантом перекрытия и покрытия является монолитное перекрытие из бетона класса не менее В25.

Применение плит или панелей перекрытия, не имеющих на боковых гранях полноценные шпонки, а также выпуски арматуры в торцах для анкеровки плит в сеймопояс, не допускается.

Такие панели могут быть использованы в качестве опалубки для монолитной плиты толщиной не менее 100 мм, армированной двойной арматурой. При этом плиты должны быть установлены с раздвижкой на расстоянии (по граням) не менее 150 мм. Монолитный участок между плитами должен быть армирован пространственным арматурным каркасом, соединенным на опорах с антисейсмическим поясом, а также с армированием монолитной плиты.

■ каркасно-панельные системы с тяжелыми навесными панелями, как правило, запрещаются для применения в районах с сейсмичностью более 7 баллов и т.д.

Предлагаются конструктивные мероприятия в виде рекомендаций для населения по усилению зданий индивидуальной застройки и механизмы их внедрения организациями министерства по чрезвычайным ситуациям с привлечением органов самоуправления на местах.

Рекомендуются различные способы контроля, независимые выборочные экспертизы проектов, строительства, введение обязательных институтов сопровождения объектов строительства, особенно зданий с высокой категорией ответственности, обязательной паспортизацией объектов нового строительства и выдачи гарантийного паспорта, система спонтанного саморегулирующегося мониторинга качества на всех участках процесса возведения здания, начиная от проектирования, производства материалов и изделий, технологии возведения с соблюдением стандартов и кодов страны, а также последующей эксплуатации объектов.

Лицензии проектных организаций, строителей, производителей материалов и изделий, их сертификаты в будущем должны быть гарантированы страхованием.

Предлагается также введение системы сертификации участников процесса строительства и повышение их квалификации.

Низкое качество кирпича, несоответствие его физических параметров требованиям ГОСТа, низкое качество цементно-песчаного раствора, повсеместно приготовляемого на строительной площадке, низкое качество технологии кладки с нарушениями требований стандартов, низкое качество товарного бетона для железобетонных участков кирпичной кладки, несовершенство каркасно-панельных систем с тяжелыми ограждающими конструкциями и пере-

городок из мелкоштучных изделий, бесконтрольное возведение населением индивидуальных домов с применением малопрочных материалов, неэффективность авторского надзора, ГАСН, контроля Заказчика — вот начальный перечень составляющих повышенного сейсмического риска рассматриваемых конструктивных систем.

Предлагаемые новые концепции проектирования и возведения сейсмостойких зданий и сооружений с применением кирпичных, каркасно-панельных конструкций, а также зданий из малопрочных материалов, отдельные из которых изложены, основаны на результатах инженерного анализа последствий землетрясений, системном подходе к вопросам обеспечения сейсмобезопасности зданий и сооружений из рассматриваемых конструктивных систем, позволяющие в определенной степени существенно снизить факторы риска, повысить сейсмонадежность зданий при землетрясениях.

Список используемой литературы

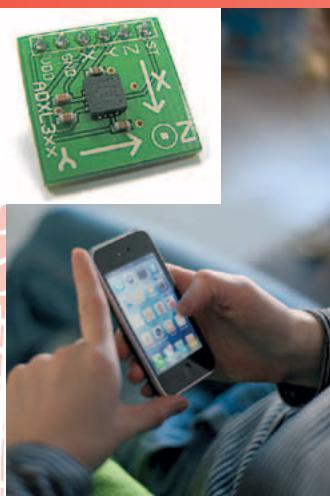
1. Айзенберг Я. М. Уроки последних разрушительных землетрясений. — М. — 2000.
2. Ржевский В. А., Ципенюк И. Ф., Асамов Х. А., Гамбург Ю. А., Узлов С. Т., Хакимов Ш. А. и др. Инженерный анализ последствий Спитакского землетрясения. — 7.12.1988 г. // Архитектура и строительство Узбекистана. — 1989. — № 12. — С. 7-12.
3. Хакимов Ш. А. Оценка уязвимости наиболее распространенных конструктив-

- ных типов зданий при сейсмических воздействиях и антисейсмическое // Оценка и снижение сейсмического риска. — М.: ВНИИ-ИНПИ, 2003.
4. Хакимов Ш. А. К вопросу учета факторов, влияющих на сейсмический риск // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. — 2005, № 6. — С. 50-54.
5. Хакимов Ш. А. Оценка экономического ущерба при землетрясениях на урбанизированных территориях с учетом региональных факторов риска / Актуальные

- проблемы исследований по теории сооружений // Сб. научных статей в трех частях, 4.3-ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. — М.: ОАО ЦПП. — 2009. — С. 29-34.
6. Айзенберг Я. М. Управление механизмом неупругих деформаций и повреждений конструкций при сейсмических воздействиях // Строительная механика и расчёт сооружений. — 1986. — № 1.
7. КМК 2.01.03-96 Строительство в сейсмических районах/Госархитектстрой РУз.-Ташкент, 1996. — 65 с.

Материалы хранятся по адресу:
100031, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. М. Якубовой, 43,
м/ф.: (998)712-52-75-44, e-mail: Sh-khakimov@rambler.ru

ИТАЛИЯ, 30 сентября



Итальянские сейсмологи предлагают собирать данные о землетрясениях при помощи акселерометров, встроенных в айфоны и другие смартфоны, что позволит собрать целый банк сведений о характере и частоте относительно слабых толчков,

пишет РИА Новости со ссылкой на статью, опубликованную в журнале *Bulletin of the Seismological Society of America*. Практически каждый год на Земле случаются сильные землетрясения, которые вызывают множество смертей, аварий и даже техногенных катастроф, таких как авария на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году. Относительно слабые и средние по силе толчки происходят на нашей планете почти каждый день, и их изучение поможет понять, как работают недра Земли. Два итальянских сейсмолога, Антонино Д'Аlessandro и Джузеппе Д'Анна из Национального института геофизики и вулканологии Италии в Риме, предложили оригинальную методику наблюдения за такими землетрясениями, используя один из самых распространенных и многочисленных «научных приборов» — обычные смартфоны.

Как объясняют ученые, подавляющее большинство современных мобильников и планшетов содержит в себе особый датчик — акселерометр,

теоретически способный фиксировать даже небольшие толчки. Д'Аlessandro и Д'Анна решили проверить, смогут ли они сделать это на самом деле. Для этого они приобрели айфон и извлекли из аппарата микросхему-акселерометр. Подключив ее к компьютеру, ученые сравнили чувствительность датчика с профессиональными сейсмологическими инструментами. По их словам, акселерометр айфона проявил себя достаточно неплохо — его чувствительности хватает для фиксирования слабых толчков с магнитудой от 5 и более.

Это позволяет использовать смартфоны в качестве узлов глобальной «мобильной сейсмосети», которая будет собирать данные о сейсмической обстановке в крупных городах в режиме реального времени. Как отмечают сейсмологи, точность акселерометров в ближайшее время станет еще выше, что позволит наблюдать даже за самыми слабыми толчками.

http://telecom.arka.am/ru/news/technique/akselerometry_smartfonov_pomogut_izuchat_zemletryaseniya/#sthash.nasV86n9.dpuf



Г.Л. КОФИН,
д-р геол.-минерал. наук,
проф., рук. спец. науч.
группы по изучению ущерба
от опасных природных
процессов Института
водных проблем РАН

Л.Г. КУШНИР,
ОАО «Росстройизыскания»,

М.В. ДРОБИЗ,
Калининградское управление геодезии и картографии

О.В. БОРСУКОВА, Институт водных проблем РАН

и другие

ОПЫТ АНАЛИЗА ПАЛЕОСЕЙСМИЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ЗДАНИЙ КЕНИНСБЕРГА (КАЛИНИНГРАДА), ПОСТРОЕННЫХ В 17-18 ВЕКАХ

Как известно, в сентябре 2004 года в г. Калининграде и на территории восточной части области произошло несколько землетрясений с магнитудой 5,4–5,6. С целью, оценить косвенными методами были ли подобные сильные сейсмические воздействия на этой территории ранее, авторы провели оценки палеосейсмичности территории путем анализа макросейсмических проявлений на старых зданиях в различных частях города.

Ключевые слова: Калининград, землетрясение, сейсмичность, факторы деформации.

Сейсмические события недавнего времени показывают возможность повсеместного проявления в Калининградской области слабых и возможно умеренных сейсмических событий с редкой повторяемостью [1, 2]. Анализируя литературу можно сделать вывод, что некоторые исследователи относили исследуемую территорию к прогнозной зоне вероятных очагов землетрясений с $M_{max} \sim 6,0$. Часть выделенных прогнозных вероятных очагов приурочена к Прегольской депрессии.

Очаги калининградского землетрясения [3] 2004 года (всего было выделено два очага) находились за пределами изучаемой территории, однако, в непосредственной близости от нее. Очаги по оценке находились на глубине 20 км. При этом первое землетрясение было приурочено к субмеридиональному разлому, расположенному в море, к западу от Самбийского полуострова. Второе же землетрясение было связано с субширотным нарушением, протягивающимся вдоль северного берега полуострова. Соответственно, механизмы возникновения толчков были различны. В тоже время, другими исследователями отме-

чается, что оба очага землетрясения 2004 года приурочены к одному тектоническому нарушению субмеридионального направления.

Также отмечается, что повреждения, полученные зданиями, могут превышать расчетные. Одной из главных причин превышений наблюдаемого сейсмического эффекта над прогнозным могут быть неблагоприятные грунтовые условия, отличающиеся в худшую сторону по сравнению со средними грунтами. Указанная ситуация наблюдалась в результате землетрясения 2004 года в районе г. Светлогорска.

Анализ расположения очагов землетрясений по данным EMSC за 2000–2006 гг. показывает, что очаги в большинстве своем сосредоточены по субмеридиональным направлениям к западу от изучаемой территории. Однако отдельные очаги $M \sim 3$ встречаются и по субширотным направлениям, в пределах изучаемой территории. Таким образом, можно сделать вывод, что изучаемая территория находится в зоне умеренно-активных сейсмических процессов.

Неоднородная сейсмичность литосферы определяется рядом факторов, главным из которых является, по-видимому, вертикальная и латеральная неоднородность самой литосферы. Первая определяет сейсмический потенциал района — ту максимальную энергию, которая может высвободиться в очаге сильного землетрясения, вторая определяет конкретные места формирования сейсмических очагов и связана, прежде всего, с блоковым строением литосферы. Границами латеральных неоднородностей являются разломы литосферы, представляющие собой зоны наиболее вероятного накопления и разрядки касательных напряжений.

На картах ОСР-97 территории России Калининградская область в настоящее время расположена в 5-балльной зоне и относится к сейсмобезопасному району. Оценка актив-

ности разломов может потенциально послужить исходной информацией для оценки сейсмического риска. Под активными обычно понимают разломы, у которых достоверно определены движения в четвертичном периоде и, в частности, в голоцене. Достоверную информацию об их активности может дать анализ деформаций зданий и сооружений, дорог, коммуникаций, происходящих как при быстрых однодактных смещениях, так и при медленном перемещении крыльев разрыва [4].

С одной стороны, активные разломы представляют собой опасность как потенциальные генераторы сейсмической энергии, с другой, что тоже немаловажно, могут стать источником деформаций и разрушений даже в том случае, если землетрясения не связаны с ними непосредственно. Кроме того, разломы, представляющие собой крупные неоднородности в земной коре, существенным образом влияют на распределение волновых полей. Сейсмические колебания порождают дополнительные нагрузки, что при определенных условиях ведет к образованию сейсмодислокаций или к опасным колебаниям сооружений.

Совместное рассмотрение для одних и тех же участков макросейсмических и инженерно-геологических данных показало, что во всех случаях высокий уровень грунтовых вод оказывает существенное влияние на интенсивность воздействия, резко снижая сейсмические свойства грунтов. Это обстоятельство, в частности отразилось на макросейсмических последствиях Калининградского землетрясения 2004 г.

В Калининграде значительная часть города подтоплена [5]. Грунтовые воды залегают на глубинах от 0,1–1,0 м в болотных и озерно-ледниковых отложениях до 7–9 м во флювиогляциальных отложениях. Мощность горизонта грунтовых вод изменяется от 0,4–0,5 до 9–10 м.

Насыпные грунты в пределах г. Калининграда залегают с поверхности в долине реки Преголя и к северу от нее — в районе поселков Октябрьский, Рижский и Александро-Невский, а также вокруг прудов Нижний и Верхний и к северу от последнего в долинах ручьев, впадающих в данный пруд. Мощность этих грунтов изменяется от 0,5 м (на водоизделяльных участках) до 6,0 м (в долине р. Преголя). Они представлены главным образом строительным мусором, глинистыми и песчаными грунтами с включением битого кирпича и щебня, часто водонасыщенными с глубины 1,0–1,5 м. На участках под разрушенными зданиями насыпные грунты подверглись длительному уплотнению и могут быть использованы как основания для новых сооружений, с учетом мощности насыпного слоя и строительных свойств подстилающих грунтов. При малой мощности насыпного слоя устойчивость грунтов основания и их пригодность для строительства определяется нижележащим подстилающим слоем и наличием в нем прослоев торфа.

Болотные грунты развиты в древних широких долинах крупных рек (р. Преголя и Прохладная) и в меньшей мере в долинах более мелких речек, часто подпруженных и заболоченных, при почти полном отсутствии стока. Мощность их достигает 13–15 м в долине р. Преголи. Представлены они торфами низинного типа коричневато-бурого цвета, влажными и водонасыщенными, с включениями полуразложившихся остатков растений и древесины.

Обычно под мощным слоем торфа залегает слой ила зеленовато-серого цвета, мощностью до 2,0 м. Его подстилает песок мелкозернистый, серый, водоносный, мощностью до 3–6 м.

На территории Калининградской области эпицентр, вероятно, находился вблизи пос. Любино в 20 км от Калининграда. В районе эпицентра нами были установлены возникшие в результате землетрясения сейсмические дислокации: сброс длиной более 100 м в 25–40 м от берега озера, с вертикальным смещением левого крыла до 55 см, и параллельно ему еще один сброс по берегу озера с амплитудой до 80 см, а также сейсмическая трещина на расстоянии 5–10 м к северу от сброса шириной до 10–15 см, длиной до 70 м. Сейсмические дислокации в виде опускания территории отмечены на восточном и южном берегах озера в районе Любино.

В самом Калининграде в результате землетрясения различные виды повреждений получили 1146 строений. Из них 1061 — жилые дома, 46 объектов соцкультбыта, 39 — объекты коммунального хозяйства. О распределении поврежденных зданий по территории города можно судить, исходя из рис. 2. По предварительным оценкам, материальный ущерб составил более 98 млн рублей.

Преимущественно были деформированы кирпичные здания, в значительно меньшей мере крупнопанельные. Наблюдались раскрытые и сквозные диагональные и вертикальные трещины с раскрытием до 15–25 мм в кирпичных ограждающих и в несущих бетонных



Рисунок 1 — Последствия землетрясения 21.09.2004. Разрыв в несущей стене жилого дома по ул. Аральской д. 13/15 (год возведения — 2003), Калининград

Таблица 1 — Основные виды повреждения стен и других конструкций

№	Причины деформации оснований	Виды деформации коробки здания	Зона повреждения
1	Собственная осадка	Продольный прогиб	Середина зданий
2	Дополнительная осадка от застройки соседнего участка	Перегиб торцевой зоны	Торец здания
3	Сейсмическое воздействие	Треугольники, вывалы стен, крен, изгиб	Арочные конструкции, фасады, торцевые стены

конструкциях. Анализ трещин показал, что во многих случаях пополам треснул кирпич. Также наблюдались горизонтальные и вертикальные трещины в оконных перемычках и бетонных перекрытиях.

В курорте Светлогорск произошел провал грунта, на месте железнодорожной насыпи образовался овраг глубиной 25 м, 60 метров пути оказались разрушенными, контактная сеть порванной. На месте 30-метрового провала было уложено 25 тыс. тонн песчано-гравийной смеси, также обновлена непострадавшая часть насыпи.

Как сообщили в отделе информации Главного управления по делам ГОЧС Калининградской области, наиболее пострадали дома на улице Чекистов — № 121, 119, 103 и 61. Также повреждения получили дома на улице Щорса, № 4 а; улице Горького, № 88/90; Советском проспекте, № 45; улице Адмиральской, № 19; улице Гурьева, № 33; улице Пролетарской, № 125, Комсомольской № 84–88. Пострадали в основном здания довоенной постройки и частично послевоенной в виде нарушений кровли, обрешетки, трещин в стенах, разрушения дымоходов, вентканалов. В Центральном районе у трех школ (№ 20, 40 и 43) на стенах образовались значительные трещины.

В результате подземных толчков рухнула крыша трехэтажного дома немецкой довоенной постройки на просп. Калинина, 97. На ул. Нахимова на крыше дома оборвалась наружная труба. Повреждения средней степени наблюдались в домах на улицах Спортивной, Борзова, Полевой, Пугачева, Карла Маркса, Красной и других. В этих строениях появились трещины в стенах, в девяти лопнули либо обрушились дымоходы. Повреждения получили и здания двух муниципальных теплоисточников — трещины появились в котельной по улице Красной, № 119 и на районной теплостанции «Северной».

В мае 2012 года нами были обследованы 15 исторических зданий на улицах Литовский вал, Черняховского, Московский проспект, Лейтенанта Катина, Тенистая Аллея и др. В обследованных зданиях отмечаются вертикальные, горизонтальные и диагональные трещины в несущих стенах, и перегородках и местами в перекрытиях. Большинство трещин, по облику напоминают таковые в зданиях, подвергшихся сейсмическому воздействию в сентябре 2004 г.

Ряд зданий, подвергшихся вероятному сейсмическому воздействию, характеризуется наличием трещин в ослабленных зонах несущих стен. Некоторые здания со сложной архитектурно-конструктивной схемой (например, Захаймские ворота) характеризуются выраженными кренами

ограждающих башен. Подобными кренами характеризуются также Росгарденские ворота (постройка 1855 г.), прилегающие к башне «Дона» (постройка 1855 г.). Для указанных сооружений характерны вертикальные и горизонтальные трещины, присутствующие в фасадах и на стыковых элементах конструкции. Севернее этого участка, на переходе Литовского вала в Московский проспект отмечаются разнонаправленные сейсмические трещины со структурными нарушениями в арочных фрагментах конструкций. Наиболее ярко деформации сейсмического типа проявляются в башне «Дона», где отмечаются вертикальные трещины, и разломы кирпича в прифундаментной части башни. Подобные разломы кирпича отмечались нами при макросейсмическом обследовании после сентябрьских землетрясений 2004 г. Наиболее высокой поврежденностью характеризуется старая постройка, испытавшая одновременное воздействие факторов амортизации зданий и вероятных сейсмических воздействий.

На площадках обследованных зданий были выделены следующие типы грунтовых условий:

1. Супесь моренная пластичная, местами твердая, с гравием и галькой с линзами водонасыщенного песка.
2. Пески средней крупности, местами пылеватые, средней плотности водонасыщенные.
3. Илы глинистые мягкотекущие под насыпными грунтами.

Анализ макросейсмического поведения перечисленных зданий показывает, что в числе факторов риска на этих объектах, а также на несущих конструкциях обронительной казармы «Кронпринц» необходимо отметить следующее:

1. Высокую раздробленность пород подстилающих сооружение, которая прослеживается и на космических снимках. На космических снимках в районе Литовского вала и в начальной части улицы лейтенанта Катина прослеживается мульдообразование (оседание) и просадки грунта в результате мульдообразования. Характерная тональность снимков указывает на подтопление и заболачивание грунтов, что хорошо. Значительную роль в повышении динамической неустойчивости толщи следует признать за влиянием водных факторов, повышающих интенсивность колебаний и разрывов. Это пруды Верхний и Нижний, а также реки Новая и Старая Преголя. На тектонических картах этой части территории выделяется серия тектонических разломов первого, второго и более высоких порядков. В грунтовых толщах выделяются слои водонасы-

щенных плавунных песков, заторфованных илов, супесей и суглинков. Влияние слабых грунтов наиболее характерно на низких террасах Преголи (Форт № 7 «Герцог фон Хольштайн») и в пос. Прегольский.

2. На начальном участке ул. Л. Катина прослеживаются фиксирующиеся на снимках последствия формирования вибрационного поля: полосчатый характер формирования зон уплотненных грунтов вдоль трамвайных путей и автомобильных дорог.

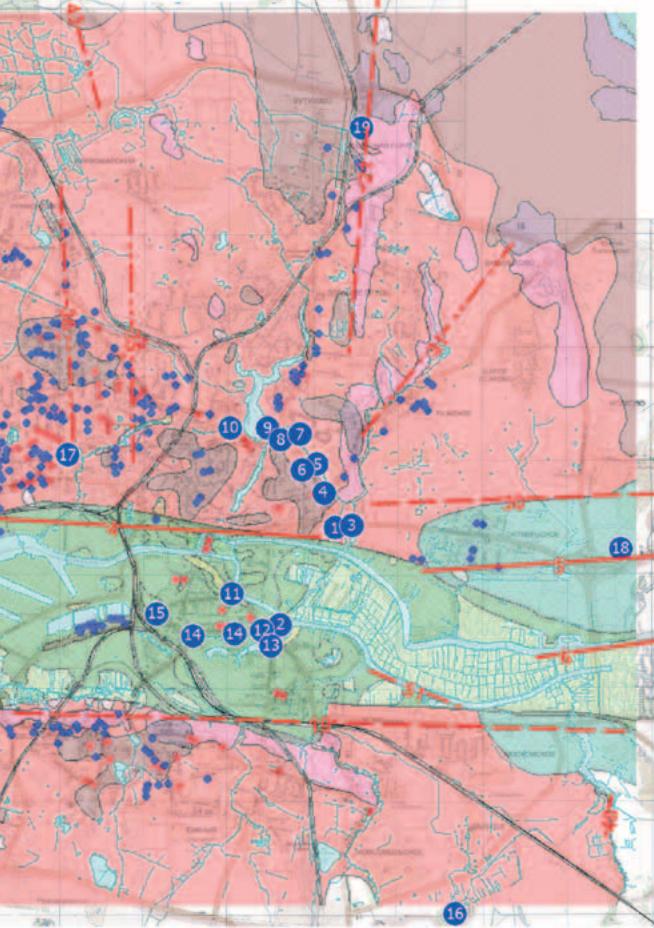
3. Обследование подвалов и фиксирование в наружных стенах выпуклов для дренирования подземных вод указывает на подтопление.

4. Раскрытие трещины вероятного сейсмического генезиса и вывалы кирпичных блоков в торцевых стенах повсеместно фиксируются в сооружениях башни Дона, Фридланд и Хаберберг.

5. Повсеместно фиксирующиеся рои мелких трещин отображают влияние на осадки зданий слабых землетрясений. Основные виды повреждения стен и других конструкций вызваны развитием неравномерных деформаций оснований в результате сейсмических воздействий.

Для анализа показателей нами выполнен корреляционно-регрессионный анализ [6] зависимости степени поврежденности обследованных зданий от влияющих факторов: тип грунтовой толщи, характеристика линеаментных зон, тип массива, роль водного контура в зоне влияния, роль вибрации в зоне влияния, средняя сейсмичность участка, год постройки.

Зависимости поврежденности от влияющих факторов с рядом показателей практически не прослеживаются, что показывает необходимость учета новых факторов. Наиболее высоким оказался показатель корреляции между d и средней сейсмичностью участка. $R = 0.77$. Средней корреляцией характеризуется связь между d и типом грунтовой толщи $R = 0.289$, а также связь между d и типом



Разломная тектоника:

- 4—** линеаменты первого уровня
- 30—** линеаменты второго уровня
- 31—** линеаменты третьего уровня

17 обследованные исторические здания

Здания, поврежденные землетрясением 2004 г.

- слабо и средне поврежденные
- сильно поврежденные

Типизация геологической среды:

I-1-A	III-1-A	I – долина р. Преголи
I-2-A	III-1-B	II – зан드ровая равнина
I-2-B	III-2-A	III – моренная равнина
I-3-A	III-3-A	
I-4-A	III-4-A	1 – слабые грунты залегают с поверхности
I-4-B	III-4-B	2 – слабые грунты в интервале глубин 3–5 м
II-1-A	III-5-A	3 – слабые грунты залегают ниже 5 м
II-4-A	III-5-B	4 – слабые грунты в разрезе не отмечено
II-4-B		5 – моренные отложения с поверхности

A – уровень грунтовых вод менее 2 м
Б – уровень грунтовых вод более 2 м

Рисунок 2 — Сводная карта-схема обследованных в 2012 г. зданий, типизация геологической среды и тектонических линеаментов

массива $R = 0.32$, а также между d и типом водного контура $R = 0.359$. Низкая корреляция обнаружена между d и характеристиками линеаментов $R = 0.0017$. Однако при исключении из выборки линеаментов 2 и 3 типа значение возрастает более чем на порядок. После исключения из выборок крайних членов отличающихся по величине показателя в несколько раз от средних значений коррелируемых характеристик значения коэффициентов корреляции заметно возрастают. Корреляция между показателем поврежденности и этапом постройки равно 0,43. Очистка выборки показывает корреляцию между характеристикой линеаментной зоны и показателем поврежденности 0,0049,

а между показателем поврежденности d и типом грунтовой толщи 0,36. Показатель корреляции между поврежденностью обследованных зданий и годом постройки равен 0,552.

Анализ корреляционной матрицы показывает, что тип грунтовой толщи наиболее весом, как фактор разрушаемости зданий для реализации роли водного контура, а затем для времени возведения постройки и реализации роли вибрации.

Для разрушаемости исторических зданий (d) наиболее значимы тип массива ($R=0,89$), вибрация ($R=0,87$), характеристика линеаментных зон ($R=0,73$), а также средняя сейсмичность участка ($R=0,94$) и год постройки ($R=0,87$).

Для оценки средней сейсмичности участков расположения исторических зданий наиболее информативны характеристика линеаментов ($R=0,73$), тип массива ($R=0,93$) и год постройки ($R=0,97$).

Наибольший разброс частных значений выборки характерен для водных контуров в зоне влияния на здания, для степени разрушения и в меньшей мере для типа грунтовой толщи.

Таким образом, в реализации разрушаемости наиболее значим разломный фактор.

В результате анализа последствий Калининградского землетрясения установлено, что основными причинами разрушений в зданиях являются:

- а) превышение фактических сейсмических нагрузок по сравнению с расчетными на здания;
- б) проектирование зданий и сооружений без учета сейсмических воздействий;
- в) неудовлетворительное качество строительных изделий и материалов, используемых при строительстве объектов;
- г) низкое качество монтажных работ;



Рисунок 3 — Башня Дона. В кровле стены отмечается протяженная диагональная трещина, характерная для последствий сейсмических воздействий

д) отсутствие микросейсмационирования и неполное проведение инженерно-геологических исследований на строительной площадке.

В настоящее время совершенно ясно, что землетрясение в Восточной Балтике не является экзотикой. Уточнение вопроса о сейсмической активности Восточной Балтики является настоятельно необходимым не только на областном, но и на межгосударственном уровне (одновременно для Российской Федерации, Польши, Германии, Скандинавии и Прибалтийских стран). В Калининградской области нужна региональная сеть сейсмостанций, аналогичная сетям в соседних странах — Литве и Польше. Следует пересмотреть строительные нормы для разных категорий зданий, провести инвентаризацию имеющихся и снести аварийные дома.

Другая сторона вопроса — сейсмическое районирование города и области. Исследования геологической среды Калининграда и других городов области показали, что для проектирования и строительства необходимо изучение сейсмических свойств грунтов основания и уровня грунтовых вод и проведение сейсмического микрорайонирования.

Список использованной литературы

1. Лутиков А.И., Юнга С.Л., Кофф Г.Л., Гутер Б. Информационные основы и предпосылки уточнения исходной сейсмичности южной Прибалтики. Прикладная геэкология, чрезвычайные ситуации, земельный кадастровый мониторинг. Сб. трудов (вып. 6). М., 2005.
2. Маловичко А.А., Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С., Старовойт О.Е. Инструментальные сейсмологические наблюдения на Восточно-Европейской платформе//Зем-

- летрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. Кн. 1. Землетрясения. Петрозаводск: ГС РАН, 2007.
3. Калининградское землетрясение 21 сентября 2004 г. Авторы-составители: Кофф Г.Л., Ассиновская Б.А., Котлов В.Ф. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 170 с.
4. Кофф Г.Л., Кенжебаев Е.Т., Лобацкая Р.М., Шойгу С.К., Шахраманьян М.А.. Анализ макросейсмических данных для уменьшения ущерба от землетрясений. Часть I. М., 1992.

5. Заигрин И.В., Богомолова Т.В., Комлов В.Ф., Кофф Г.Л., Мушникова Н.А. Составление базы инженерно-геологических данных и карт на территорию Калининграда. Прикладная геэкология, чрезвычайные ситуации, земельный кадастровый мониторинг. Сб. трудов (вып. 6). М., 2005.
6. Ван дер Варден Б.Л. Математическая статистика. М., 1960. 434 с.
7. Справочник по прикладной статистике. В 2-х т. под ред. Э Ллойда, У. Ледермана. М.: «Финансы и статистика», 1989. С. 510, 526.

Материалы хранятся по адресу:
119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3,
м/ф.: (499) 783-38-62,
e-mail: koffgl@mail.ru



И.Я. ДОРМАН,
д-р техн. наук, проф., акад. РАН,
вице-президент по научной работе
ОАО «Метрогипротранс»

ОБ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Рассмотрена проблема обеспечения сейсмостойкости транспортных тоннелей.

Основой надежной работы тоннелей в сейсмических районах является комплексное соблюдение разработанных принципов проектирования, включая трассирование, расчет, конструирование обделок, специальный контроль при строительстве и создание системы инженерно-сейсмометрических станций (ИСС). ИСС позволяют контролировать состояние тоннелей в случае землетрясений и предусматривать меры по предупреждению вторичных негативных явлений (пожар, сход с рельсов подвижного состава) при задаваемых максимально допустимых пороговых колебаний грунтового массива при землетрясениях.

Ключевые слова: землетрясения, тоннельная конструкция, сейсмостойкое строительство.

До землетрясения в г. Ташкенте в 1966 г. практически отсутствовали нормы и правила проектирования и строительства транспортных и др. тоннелей в сейсмических районах.

В связи с необходимостью строительства в 9-балльных сейсмических зонах метрополитена в Ташкенте и сооружения горных тоннелей на трассе Байкало-Амурской магистрали в Министерстве транспортного строительства СССР началась планомерная работа по разработке теории и практики проектирования.

В научно-исследовательском институте транспортного строительства (ЦНИИС Минтрансстроя) под руководством автора доклада была создана специализированная лаборатория, в которой совместно с головными институтами по проектированию метрополитенов — ОАО «Метрогипротранс» и горных тоннелей — «Ленметрогипротранс», а также ряда институтов Академии наук Узбекистана и Казахстана и ученых Тульского политехнического института были разработаны основополагающие принципы проектирования, строительства и эксплуатации транспортных тоннелей в сейсмических районах.

Основной идеологией исследований было изучение того фактора, что, в отличие от наземных конструкций, где

дополнительными источниками сейсмических воздействий являются инерционные нагрузки от масс сооружений, для подземного сооружения грунтовый массив, в котором расположен тоннель, является при колебаниях не только дополнительной нагрузкой и источником деформаций, но и препятствием к таким деформациям. Именно такой феномен и подвергся изучению.

Основой обеспечения сейсмостойкости транспортных тоннелей стали разработанные принципы проектирования, строительства и эксплуатации.

Эти принципы основываются на разработанных методах расчета и конструирования тоннельных обделок, соблюдении специальных требований при строительстве и создании системы эксплуатационного мониторинга за колебаниями тоннельной конструкции в течении всего срока ее службы.

Фактические данные о повреждениях тоннелей во время сильных землетрясений свидетельствуют о многообразии остаточных деформаций обделок, выражющихся в появлении большого числа разноориентированных трещин, искажении первоначальной формы конструкции, нередко с обрушением ее сводов.

Можно выделить следующие характерные особенности и основные закономерности появления деформаций тоннелей при землетрясениях:

- наибольшие остаточные деформации тоннельных обделок возникают на участках тоннелей, расположенных вдоль горных склонов, в местах смены литографического состава грунтов, при изменении глубины заложения тоннелей вследствие резкого изменения рельефа;
- степень устойчивости тоннельных обделок при прочих равных условиях пропорциональна крепости грунтов;
- повреждения обделки тоннелей на участках мелкого заложения являются наибольшими по сравнению с повреждениями глубоко заложенных участков тех же тоннелей;
- случаи обрушения обделок лишь в отдельных местах на ограниченных площадях указывают на то, что существенное увеличение горного давления, обусловливаемое землетрясением, в значительной степени связано с местными нарушениями в массиве грунта, такими, как, например, наличие водонасыщенных грунтов, а также нарушениями

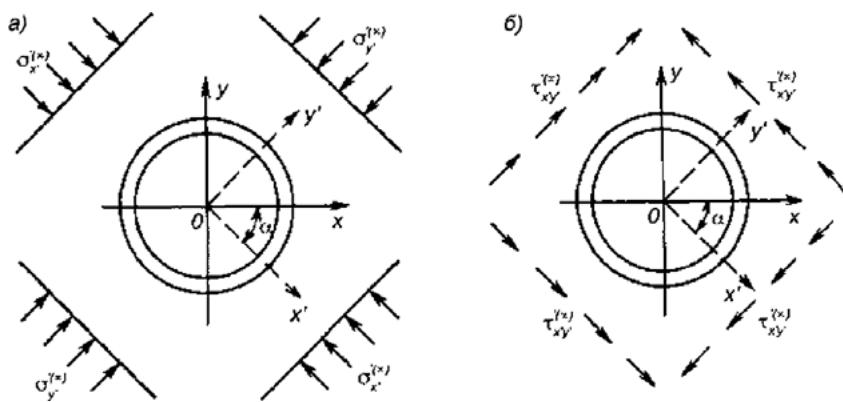


Рисунок 1 — Воздействие на тоннель
произвольно направленных сейсмических волн сжатия-растяжения и сдвига

технологии производства строительных работ (появление раздробленных грунтов вокруг выработки после буро-взрывных работ, плохая засыпка котлованов, некачественное нагнетание и др.);

■ порталы большинства тоннелей получают повреждения и разрушаются независимо от того, из какого материала они выполнены. В лучшем случае на припортальных участках по всему периметру обделки возникает много продольных и поперечных трещин. Это явление — результат влияния, в отличие от глубинных участков тоннеля, значительных инерционных сил от давления грунта на припортальные подпорные стены, особенно при большой крутизне откоса у портала тоннеля;

■ при пересечении трассой тоннеля тектонических разломов возможно смещение смежных участков обделки (независимо от типа ее конструкции) на расстояние до нескольких десятков сантиметров от первоначальной оси тоннеля в поперечном к оси трассы направлении;

■ большое влияние на работу подземных конструкций при землетрясениях оказывают грунтовые условия. Наибольшие разрушения подземных сооружений отмечены в рыхлых неуплотненных грунтах, а также в местах контакта грунтов с резко отличающимися физико-механическими свойствами.

При прохождении в грунтовом массиве сейсмических волн сжатия-растяжения и сдвига, распространяющихся от очага землетрясения, в каждом элементе грунта, помимо бытового напряженного состояния, возникает так называемое сейсмическое напряженное состояние, аналитическое выражение для которого впервые в пятидесятых годах прошлого столетия обосновал грузинский ученый Ш. Г. Напетрадзе [1]. В местах контакта грунта с контуром тоннельной обделки при прохождении сейсмических волн возникает концентрация сейсмических напряжений, являющихся дополнительной сейсмической контактной нагрузкой.

Конструкция подземного сооружения, имеющая жесткость, отличную от жесткости грунтового массива, искажает поле сейсмических волн, поэтому в грунте вокруг подземной выработки образуются зоны концентрации напряжений. Если конструкция имеет достаточную гибкость, то она

будет следовать за смещениями и деформациями грунтового массива. Если же конструкция имеет жесткость большую, чем жесткость окружающего массива, то на границе с обделкой поле сейсмических волн претерпевает изменения, вызывая концентрацию напряжений в грунте вокруг обделки.

На основе этих положений в настоящее время разработаны методики расчета напряженного состояния тоннельных обделок различного очертания [2, 3].

Основные положения этих методик следующие.

Рассматриваются две плоские контактные задачи теории упругости для кольца, подкрепляющего вырез в упругой среде и работающего в условиях совместности перемещений, при следующих граничных условиях (рис. 1 а, б): сейсмические волны предполагаются упругими, гармоническими с плоским фронтом распространения, либо нестандартными, но с незначительным отличием (по форме) реального импульса от синусоидального.

Плоский фронт волны является простейшим и поэтому широко используется для изучения распространения упругих волн в горных породах и массивах грунта. В этой связи более сложные формы волнового поля возможно и корректно представить математически в виде суперпозиций плоских волн, распространяющихся в разных направлениях.

Грунтовый массив принимают сплошным линейно деформированным, однородным, характеризующимся модулем деформации E_0 и коэффициентом Пуассона ϑ .

Решение первой задачи заключается в оценке напряженного состояния обделки от действия длинной волны сжатия, задаваемой на бесконечности напряжениями, причем ось ox наклонена под произвольным углом α :

$$\sigma_{x'}^{(x)} = -P; \quad \sigma_{y'}^{(x)} = \xi P,$$

где

$$\xi = \frac{v_0}{1 - v_0}; \quad P = \frac{1}{2\pi} AK_0 \rho_0 c_1 T_0,$$

здесь A — коэффициент, равный 0,1; 0,2; 0,4 соответственно для расчетной сейсмичности 7, 8, 9 баллов; ρ_0 — плотность (объемная масса) грунта; K_0 — коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения, определяемый по табл. 3

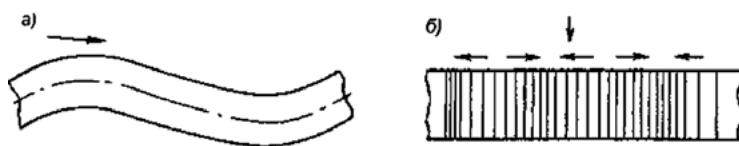


Рисунок 2 — Формы деформаций тоннельной трубы

СП 14.1333.2011 [4]; c_1 — скорость продольных сейсмических волн в грунте; T_0 — преобладающий период колебаний частиц грунта.

Решение второй задачи сводится к оценке напряженного состояния обделки от действия длинной волны сдвига, задаваемой на бесконечности касательными напряжениями

$$\tau_{x'y'}^{(x)} = -Q,$$

действующими под углом α к оси ox

$$Q = \frac{1}{2\pi} AK_1 \rho_0 c_2 T_0,$$

где c_2 — скорость поперечных сейсмических волн в грунте.

Используя решение первой задачи, можно получить распределение напряжений в обделке и массиве при действии длинной волны растяжения (сжатия), из решения второй задачи определяются напряжения в обделке и грутовом массиве при действии длинной волны сдвига.

Правильно судить о наиболее неблагоприятном напряженном состоянии обделки при сейсмических воздействиях можно лишь после определения нормальных тангенциальных напряжений, вызываемых волнами растяжения (сжатия) и сдвига, суммарным воздействием волн растяжения и сдвига, сжатия и сдвига и выбора из полученных значений максимального по абсолютной величине.

Если же фронт волн расположен в одной плоскости с продольной осью тоннеля, то последний будет совершать колебания вместе с массивом, поскольку в данном случае его длина соизмерима с длиной волн.

В качестве рабочей предложена гипотеза, что при колебаниях массива при действии землетрясения все деформации грунта будут передаваться сооружению. Основным условием работоспособности тоннельной обделки является требование, чтобы она выдерживала возможные деформации грунта (рис. 2).

Если направление фронта волн совпадает с осью тоннеля, то они создают сдвиговые синусоидальные колебания тоннеля как трубы (рис. 2 а) и вызывают деформации искривления. Если же фронт волн перпендикулярен к продольной оси конструкции, то вдоль продольной оси тоннеля возникают зоны сжатия-растяжения без искривления (рис. 2 б).

Следовательно, необходимо оценить возможную максимальную суммарную деформацию и напряжения, ею вызываемые.

Теоретическое исследование такого взаимодействия подробно изложено в работе [5].

Алгоритмы расчета всех перечисленных схем взаимодействия сейсмических волн с тоннельной конструкцией для практического использования, в том числе для проектирования в анизотропных грунтах, для системы параллельных тоннелей и др., приведены в Руководстве по проектированию подземных сооружений в сейсмических районах [6].

Следующим этапом проектирования является конструирование обделок горных тоннелей и тоннелей метрополитена.

Обделка по длине тоннеля должна иметь единую и однородную по жесткости конструкцию. Частое изменение поперечного сечения тоннеля ухудшает его работу, так как в местах изменений сечения при землетрясениях наиболее вероятна концентрация напряжений. Поэтому для горных тоннелей рекомендуются конструкции из монолитного бетона, а для тоннелей метрополитена, сооружаемых открытым способом, — из монолитного железобетона. Такие конструкции предпочтительнее, чем обделки из сборных элементов.

В тоннелях с монолитными железобетонными перекрытиями эти мероприятия в основном сводятся к обеспечению надежной связи перекрытия с несущими стенами. При сборных перекрытиях, как правило, устройство в уровне перекрытий железобетонных продольных поясов, которые не только служат связующим звеном между стенами и перекрытием, но и способствуют превращению сборного перекрытия в жесткую горизонтальную диафрагму.

Целесообразно сооружать нижнюю сплошную железобетонную плиту, которая будет выполнять функции распределительной плиты и служить основанием тоннеля, обеспечивая совместную работу отдельных фундаментных элементов (блоков) обделки, распределяя сейсмические усилия по длине тоннеля.

Особое внимание следует уделять зонам пересечения трассой тоннеля тектонических разломов, особенно действующих, определенных изысканиями.

Поскольку невозможно создать конструкцию, которая останется в неизменном состоянии в плане и профиле при сдвигении блоков горных пород по тектонической трещине, при проектировании целесообразно участки тоннеля по обе стороны разлома проектировать с определенным запасом по габаритам. В этом случае возможна корректировка оси трассы при смещении тоннеля по крыльям разлома, доходящим нередко до десятков сантиметров. Это позволит при ремонте тоннеля при землетрясениях с расчетной балльностью откорректировать положение габарита тоннеля. Примером такой конструкции является участок одного из тоннелей на трассе БАМ, пересекающего разлом (рис. 3).

Одним из важных условий обеспечения сейсмостойкости сооружений является соблюдение надлежащего качества выполнения строительно-монтажных работ.

Эффективность планировочных, конструктивных и расчетных антисейсмических мероприятий может быть сведена на нет некачественным выполнением работ и нарушением их эксплуатационного режима. Поэтому тоннели в сейс-

мических районах следует сооружать при особенно строгом соблюдении требований строительных норм и правил, инструкций и другой нормативной документации.

Проектирование и расчет конструкций транспортных тоннелей для сейсмических районов в значительной степени зависят от имеющейся исходной информации о динамических параметрах элементов тоннельных конструкций и окружающего грунтового массива. В расчетных моделях взаимодействия тоннеля с массивом грунта параметры движения грунтовой среды и динамические характеристики тоннельных конструкций определяют косвенным путем. В частности, скорость движения частиц грунта в массиве уточняют на основании лабораторных исследований образцов грунта, а количественные данные о смещениях и ускорениях — по данным сейсмологических наблюдений или, при их отсутствии, на основании ориентировочных справочных данных. Что же касается форм и периодов собственных колебаний конструкций обделок, то определить их для подземных сооружений численными методами точно затруднительно, а нередко и невозможно, так как они в значительной степени зависят от присоединенной массы, которую точно невозможно определить.

Поэтому на тоннелях, эксплуатируемых в сейсмических районах, необходимо создавать инженерно сейсмометрическую службу.

Основным назначением создания комплекса сооружений и оборудования инженерно-сейсмометрической службы (ИСС) на тоннелях является получение и накопление данных о поведении обделки и окружающего грунта при сейсмических воздействиях с целью:

- определения динамических характеристик колебаний элементов обделок для анализа работы обделки при землетрясении и уточнения нормативных положений расчета тоннелей на сейсмические воздействия;
- создания возможности предупреждения неблагоприятных вторичных катастрофических последствий землетрясений путем установки аппаратуры для автоматического срабатывания сигнальных систем, отключения источников электропитания и включения средств пожаротушения при задаваемых пороговых уровнях колебаний грунта.

Комплекс сооружений и оборудования каждой станции ИСС включает:

- основные измерительные пункты, в которых устанавливается сейсмометрическая аппаратура, осуществляющая регистрацию колебаний в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Основные измерительные пункты разме-

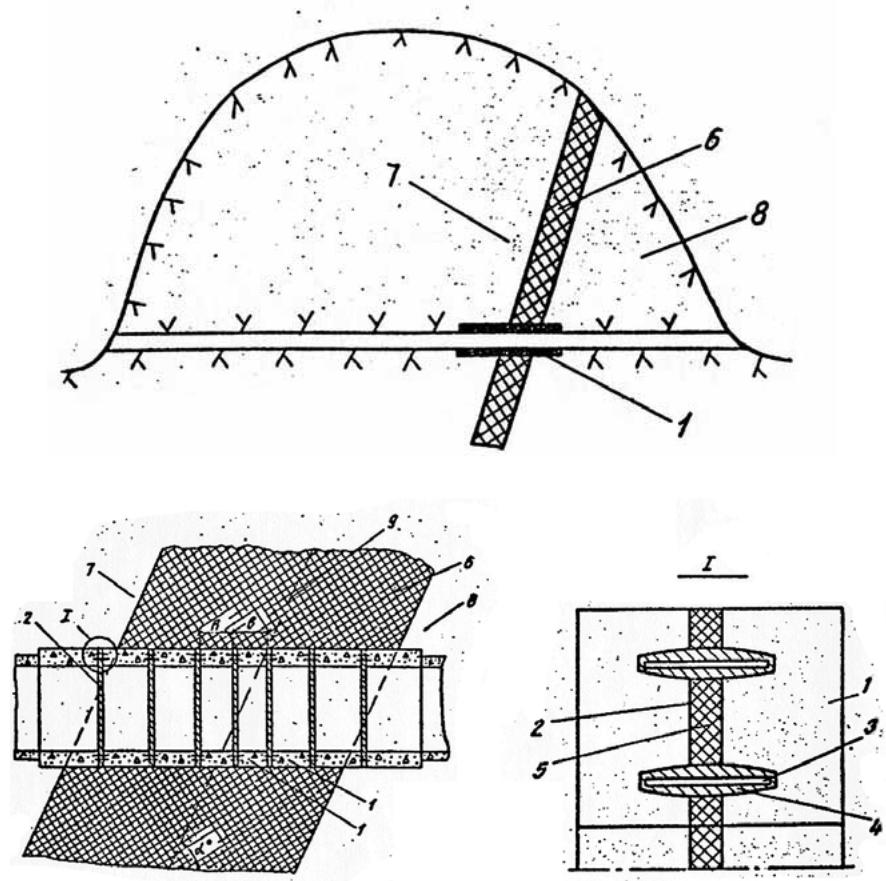


Рисунок 3 — Конструкция обделки в зоне тектонического разлома
1 — кольца обделки; 2 — кольцевые швы; 3 — высокопрочные стержни;
4 — эластичные муфты; эластичная прокладка между кольцами;
6 — зона тектонического разрушения (разлом);
7—8 — блоки массива у разлома; 9 — шов разлома

щаются на обделке тоннеля, на грунте рядом с обделкой, на других выработках данного тоннеля (стволы, штольни);

- сооружения регистрационного комплекса, предназначенные для размещения регистрационной аппаратуры, осуществляющей прием сигналов от сейсмометрической аппаратуры, анализ и обработку записей колебаний [7] и выдающей информацию для длительного пользования и хранения;

- коммуникации между приборами и оборудованием измерительного и регистрационного комплекса;

- опорные измерительные пункты, которые располагаются вне тоннеля с целью регистрации подходящих к нему неискаженных сейсмических волн.

Количество опорных и основных пунктов измерений и их размещение определяется исходя из целей, поставленных перед инженерно-сейсмометрической службой, объемно-планировочного и конструктивного решения соответствующего тоннеля, экономических и других факторов.

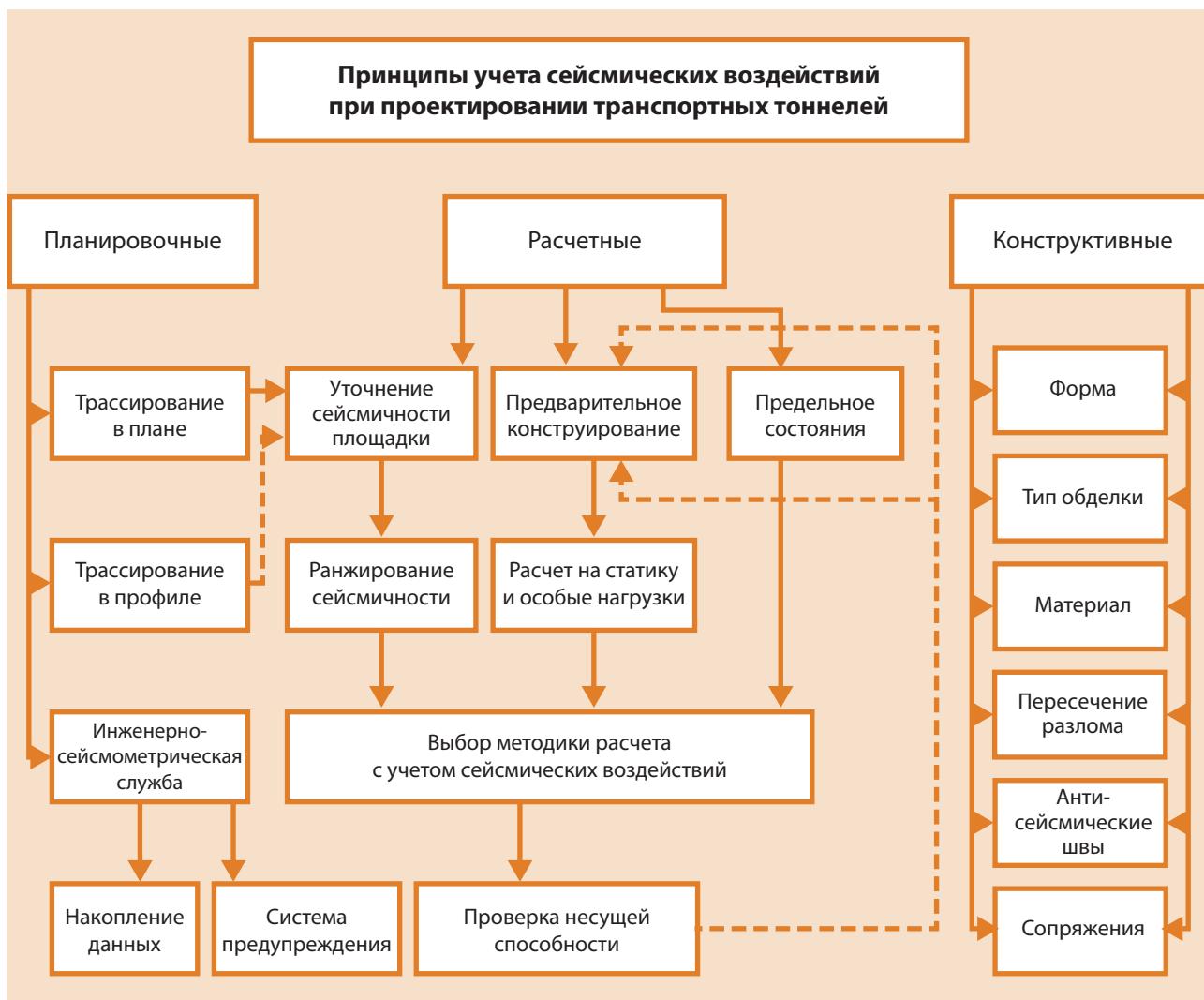
Рассмотренные кратко в настоящем докладе основные принципы проектирования транспортных тоннелей в сейс-

мических районах можно наглядно продемонстрировать в нижеприводимой табличной форме.

Рассмотренные принципы проектирования, нормативные требования, изложенные в Руководстве [6], и конкретные примеры запроектированных и осуществленных на практике сейсмостойких тоннельных обделок, приведенные в монографии [8], прошли проверку на многочисленных объектах,

таких, как например, метрополитены Еревана, Алматы, горные тоннели БАМа, тоннели в районе Сочи и др., использовались при проектировании горных тоннелей за рубежом.

Конечно, будут еще исследования, новые конструктивные разработки, но сегодня с определенным основанием можно констатировать, что отечественная наука и практика дала ответ на вопрос о том, как надежно проектировать, строить и эксплуатировать транспортные тоннели в сейсмических районах.



Список использованной литературы

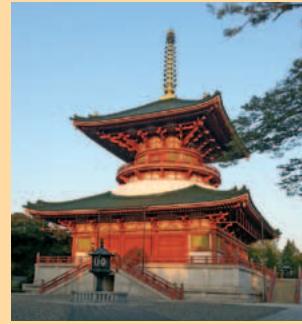
1. Напетваридзе Ш. Г. Сейсмостойкость гидротехнических сооружений. — М.: Госстройиздат, 1959. 216 с.
2. Фотиева Н. Н., Дорман И. Я. К вопросу расчета обделок некругового очертания на сейсмические воздействия. — Трансп. стр.-во, 1976. № 9. С. 48–49.
3. Дорман И. Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей. М.: Транспорт, 1986. 175 с.
4. Свод правил СП 14.133330.2011. Строительство в сейсмических районах. Минрегион России, 2012.
5. Дорман И. Я. Исследование работы обделки при распространении сейсмических волн вдоль оси тоннеля: Межвузовский сб. науч. тр., вып. 726. МИИТ. — М.: 1983. С. 60–65.
6. Руководство по проектированию подземных сооружений в сейсмических районах. — М.: Инф.-изд. Центр «ТИМР». 1996. С. 106.
7. Мекли Р. Анализ и обработка записей колебаний. — М.: Машиностроение 1971. 270 с.
8. Дорман И. Я. Сейсмостойкость транспортных тоннелей. Издание второе дополненное и переработанное. — М.: Инф.-изд. Центр «ТИМР», 2000. 308 с.

Материалы хранятся по адресу:
142700, МО, Ленинский район,
г. Видное, ул. Заводская, д. 2A,
e-mail: igor.dorman@mail.ru

13-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ, РАССЕИВАНИЮ ЭНЕРГИИ И РЕГУЛИРОВАНИЮ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СООРУЖЕНИЙ (24–27 сентября 2013 года, г. Сендаи, Япония)



Международная ассоциация по антисейсмическим системам (Anti-Seismic Systems International Society—ASSISi) и Японская ассоциация по сейсмической изоляции (Japan Society of Seismic Isolation—JSSI) провели совместную 13-ю Международную конференцию по сейсмической изоляции, рассеиванию энергии и регулированию динамических характеристик сооружений и 20-ю Юбилейную конференцию по сейсмической изоляции Японии.



Конференция проходила в городе Сендаи, который совсем недавно, 11 марта 2011 г., подвергся катастрофическому землетрясению Тохуку силой 9–10 баллов, сопровождавшему разрушительному действию цунами.

В работе конференции приняли участие **более 200 специалистов из России, Японии, Китая, США, Италии, Новой Зеландии, Армении, Тайваня, Греции, Южной Кореи, Германии**. Было представлено **174 доклада, 8 пленарных лекций** ведущих специалистов с мировым именем, в том числе: Norio Inoue (Япония), Fu Lin Zhou (Китай), Владимир Смирнов (Россия), Mikayel Melkumyan (Армения), Gianmario Benzoni (США), Alessandro Martelli (Италия), Jenn-Shin Hwang (Тайвань), Kazuhiko Kasai (Япония). Была проведена специальная сессия, посвященная последствиям катастрофического землетрясения 11 марта 2011 г., изучению полученных записей сейсмического воздействия, поведению сейсмоизолированных и зданий традиционной постройки, дальнейшему развитию сейсмоизоляции и других сейсмозащитных систем.

Из России приняли участие: В.И. Смирнов (рук. ЦИСС ЦНИИСК, вице-президент ASSISi, вице-президент РАСС), Л.Н. Дмитровская (гл. редактор вестника «Исследования по теории сооружений», гл. науч. сотр. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»), А.А. Бубис (зав. лабораторией ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»), А.Я. Юн (мл. науч. ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»).

Следует отметить, что 9-я Международная конференция WCSI проходила в Японии г. Кобе в 2005 г. Большая часть докладов была посвящена урокам разрушительного землетрясения в Кобе в 1995 г. и поведению сейсмоизолированных зданий. Следует отметить, что после превосходного поведения сейсмоизолированных зданий в городах Кобе и Осака при сильнейшем землетрясении 1995 г. в Японии начался буквально бум по применению различных систем сейсмозащиты в зданиях и сооружениях. В настоящее время в Японии построено более 6 000 сейсмоизолированных зданий.

Редакция журнала поздравляет Смирнова Владимира Иосифовича с почетным избранием Вице-президентом Международной ассоциации по антисейсмическим системам (ASSISi) на следующий срок.

Следующая 14-я Международная конференция по сейсмической изоляции, рассеиванию энергии и регулированию динамических характеристик сооружений будет проводиться либо в США, либо в Новой Зеландии **в 2015 году**. Решение о месте проведения следующей конференции будет принято путем электронного голосования членами ASSISi до конца 2013 г.





РЕШЕНИЕ Х ЮБИЛЕЙНОЙ РОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ И СЕЙСМИЧЕСКОМУ РАЙОНИРОВАНИЮ (с международным участием) (09-13 сентября 2013 года, г. Сочи)

I. Организация конференции

Х Юбилейная Конференция по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию проводилась **09-13 сентября 2013 г. в городе Сочи**, в гостиничном комплексе «Жемчужина».

Организаторами конференции являлись ОАО «НИЦ «Строительство», ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, Российская Ассоциация по сейсмостойкому строительству и защите от природных и техногенных воздействий (РАСС) под эгидой Министерства регионального развития Российской Федерации. Конференция проводилась при поддержке Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН) и администрации Краснодарского края.

В конференции участвовало около 200 специалистов — представителей ведущих научных, проектно-изыскательских, государственных и негосударственных, российских и зарубежных организаций. В числе участников конференции были представители компаний-производителей оборудования, сейсмоизмерительной, сейсмоиспытательной аппаратуры и оборудования. Руководил пленарным заседанием вице-президент РАСС В. И. Смирнов.

В ходе конференции было заслушано 15 пленарных и 80 секционных докладов.

13 сентября был проведен круглый стол, посвященный наиболее острым и актуальным вопросам развития науки, проектирования и строительства.

Участники конференции внесли существенные замечания и предложения, которые нашли свое отражение в решении конференции.

В адрес конференции было прислано приветствие зам. министра регионального развития РФ В.А. Токарева. С приветствиями конференции выступили Председатель Оргкомитета конференции вице-президент РАСС, доцент, канд. техн. наук В. И. Смирнов, Председатель Научного комитета конференции, президент РАСС, д-р. техн. наук, проф. Я. М. Айзенберг, ведущие специалисты зарубежных научных и проектных организаций Армении — д-р. техн. наук, проф., ака-

демик НАН Армении Э. Е. Хачиян, Украины — д-р. техн. наук, проф. Ю. И. Немчинов, Казахстана — канд. техн. наук И. Е. Ицков, Узбекистана — канд. техн. наук, академик МИА Ш. А. Хакимов и др.

Согласно установившейся за 20 лет традиции Сочинских конференций по сейсмостойкому строительству каждая конференция посвящалась обычно одной генеральной теме и примыкающему к ней направлению. Основным направлением 10-й Юбилейной Конференции было **завершение 1-го этапа актуализации нормативных документов по проектированию для строительства в сейсмоопасных районах**.

Председателем Оргкомитета конференции В. И. Смирновым был представлен доклад «О 1-й редакции 2013 г. СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». Председатель Научного комитета Я. М. Айзенберг представил доклад «Актуализированы нормы проектирования «Строительство в сейсмических районах» (СНиП II-7-81*); на очереди актуализация карт Общего сейсмического районирования». Продолжение и развитие данной тематики осуществлялось на секционных заседаниях. Особенно острая и содержательная дискуссия продолжилась на круглом столе 13.09.2013 г.

Ниже представлена тематика

11 секционных заседаний конференции:

1. Целевое планирование, нормативно-правовое, информационное обеспечение сейсмической безопасности
2. Инженерная сейсмология, инженерно-геологические исследования и сейсмическое районирование территории
3. Инженерно-сейсмометрическая служба, вибродиагностика, мониторинг
4. Экспериментальные исследования в области сейсмостойкости сооружений — развитие методов, результаты
5. Применение САПР, расчетное моделирование при проектировании зданий (сооружений)

6. Проектирование и строительство сейсмостойких высотных зданий. Конструкции сейсмостойких зданий, основания и фундаменты
7. Сейсмоизоляция и другие инновационные технологии сейсмозащиты
8. Реконструкция, сейсмоусиление и восстановление зданий и сооружений
9. Экономические оценки в проектировании и сейсмостойком строительстве; экономические оценки последствий землетрясений. Промышленная и экологическая безопасность. Вопросы страхования и гарантирования
10. Техническое регулирование и нормы проектирования. Научное сопровождение, экспертиза и надзор в сфере строительства
11. Пожарная безопасность зданий и сооружений в условиях сейсмических воздействий

II. Решение конференции

По итогам обсуждения на пленарных и секционных заседаниях конференции, а также по результатам дискуссии на круглом столе конференция РЕШИЛА:

1. Одобрить 1-ю редакцию Свода правил СП14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах». Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
2. В соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 21 июля 2010 года № 1047-р утвердить Свод правил СП 14.13330 «Строительство в сейсмических районах» в качестве документа обязательного применения.

3. Считать совершенно недостаточным финансирование работ, проводимых в области исследований по сейсмостойкости строительства. Размер этого финансирования не соответствует сейсмической опасности в стране и прогнозируемому ущербу от землетрясений.

4. Учитывая, что существующие карты Общего сейсмического районирования ОСР-97 не отвечают уровню актуализированной редакции СНиП II-7-81*, учитывая также мнение ИФЗ РАН — ведущего института по проблемам Общего сейсмического районирования, — что версия карт ОСР-2012 является исключительно научной разработкой, которая не может рассматриваться в качестве официального предложения ИФЗ РАН (письмо ИФЗ, зам. директора, проф. Е. А. Рогожина), считать необходимым срочную разработку актуализированных карт Общего сейсмического районирования, являющихся составной частью последующих редакций норм проектирования «Строительство в сейсмических районах».

5. Признать необходимым выделить финансирование на выполнение работы по актуализации карт ОСР-97 в рамках утвержденной Правительством Федеральной целевой программы «Повышение устойчивости жилых домов, основ-

ных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009–2018 годы» или целевого финансирования.

6. Конференция считает целесообразным определить в качестве ведущих организаций по подготовке Актуализированной редакции ОСР-97 ИФЗ РАН и ОАО «НИЦ «Строительство» ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

7. Признать необходимым срочную подготовку нормативно-правового акта «О порядке использования СТУ для подготовки изменений в нормативные акты».

8. Считать необходимым организацию мониторинга конструктивных и объемных решений уникальных, в т.ч. высотных зданий в г. Сочи, построенных в короткие сроки с применением СТУ, в условиях 9-балльной сейсмической опасности и сложных гидрогеологических условиях, в частности, оползней. Считать необходимым финансирование этих работ со стороны МЧС, Минрегионразвития РФ и РАН.

9. Следует оценку сейсмостойкости существующих зданий выполнять на основе концепции предельных состояний с сопоставлением уровня несущей способности конструкций и узлов их соединений с требуемым уровнем, обеспечивающим ненаступление предельного состояния. Частотные характеристики, определяемые при действии импульсных нагрузок малой интенсивности, могут использоваться в качестве дополнительной информации при проведении детальных обследований, дефектации зданий, мониторинге их технического состояния.

10. Отметить выполненную в краткие сроки значительную работу по гармонизации с Еврокодами нормативных документов по строительству в сейсмически опасных районах в странах СНГ и Таможенного союза.

11. Одобрить с учетом высказанных замечаний и предложений редакции документов, подготовленных ОАО «НИЦ «Строительство»:

- СП «Определение основных параметров сейсмической опасности»;
- СП «Определение основных параметров комплексной сейсмобезопасности территории РФ»;
- СП «Сейсмические конструктивные системы».

Рекомендовать разработчикам начать стандартную процедуру согласования нормативных документов.

12. Отметить содержательные предложения, высказанные при обсуждениях участниками круглого стола Ю. И. Немчиновым, А. С. Алешином, А. В. Перельмутером, А. Г. Тяпиним, Э. Е. Хачияном, И. Э. Ицковым, О. В. Павленко, Г. П. Тонких, И. Н. Тихоновым и др.

13. Участники конференции благодарят организаторов за хорошую организацию конференции.

14. Участники решили следующую конференцию по сейсмостойкому строительству провести в г. Сочи в сентябре 2015 года.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ УЧАСТНИКИ

01. **Хачиян** Эдуард Ефремович, акад. НАН РА, д-р. техн. наук, проф., зав. кафедрой ЕрГУАС
02. **Оганесян** Севада Мкртычевич, директор Института геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА
03. **Башкатова** Елена Георгиевна, зам. начальника строительного отдела ООО «ХПКИ «ТЭП-СОЮЗ»
04. **Хакимов** Шамиль Абдуллаевич, зав. отд. сейсмостойкого строительства ОАО «Ташкентский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт жилищно-гражданского строительства»
05. **Абаканов** Миркен Сейткасымович, д-р техн. наук, первый зам. генерального директора АО «КазНИИССА»
06. **Ицков** Игорь Ефроимович, канд. техн. наук, зав. лаб. сейсмических зданий повышенной этажности Центра сейсмостойкости, обследования зданий и сооружений АО «КазНИИССА»
07. **Золотков** Анатолий Семенович, зам. министра регионального развития и строительства Республики Молдова
08. **Немчинов** Юрий Иванович, д-р техн наук, проф., пер. зам. директора ГП «Гос. научно-исследовательский институт строительных конструкций» Минрегиона Украины
09. **Погосян** Вазген Валодяевич, проф. Ереванского гос. университета архитектуры и строительства
10. **Григорян** Варткес Игитович, зав. каф. Ереванского гос. университета архитектуры и строительства
11. **Тер-Петросян** Петрос Акопович, зав. каф. Ереванского гос. университета архитектуры и строительства
12. **Нугужинов** Жмагул Смаголович, директор института КазМИРР при КарГТУ
13. **Повар** Юрий Григорьевич, ген. директор Национального исследовательского проектного института в области обустройства территории, градостроительства и архитектуры «Урбантпроект»
14. **Шеховцов** Игорь Владиславович, канд. техн. наук, доц. кафедры железобетонных и каменных конструкций Одесской государственной академии строительства и архитектуры
15. **Петраш** Светлана Викторовна, канд. техн. наук, доц. кафедры сопротивления материалов Одесской государственной академии строительства и архитектуры
16. **Гаплов** Сердар Керимбаевич, соискатель ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Блажко** Владимир Павлович, канд. техн. наук, рук. отдела «ЦНИИЭП жилища»

02. **Акопян** Ирина Львовна, инженер-геофизик ООО «ИнжГеоСервис»
03. **Гукова** Елена Геннадиевна, вед. научн. сотрудник ОАО «Атомэнергопроект»
04. **Тяпин** Александр Георгиевич, д-р. техн. наук, гл. науч. сотр. ОАО «Атомэнергопроект»
05. **Осипова** Мария Владимировна, инженер ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
06. **Мамин** Александр Николаевич, д-р. техн. наук, нач. отдела ОЗС № 1 ОАО «ЦНИИПромзданий»
07. **Ведяков** Иван Иванович, директор ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
08. **Дорман** Игорь Яковлевич, акад. РАЕН, д-р. техн. наук, проф., вице-президент по научной работе ОАО «Метрогипротранс»
09. **Никандров** Лев Борисович, нач. научн. центра ОАО «Метрогипротранс»
10. **Попов** Николай Александрович, канд. техн. наук, зав. лаб. надежности сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
11. **Лебедева** Ирина Владимировна, канд. техн. наук, зав. сектором расчета сооружений на особые воздействия лаборатории надежности сооружений ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
12. **Кабанцев** Олег Васильевич, канд. техн. наук, проф. кафедры ЮБК ФГБУ ВПО «Московский гос. строительный университет»
13. **Егоров** Владимир Евгеньевич, пер. зам. ген. директора — тех. директор ОАО «Росстройизыскания»
14. **Никифоров** Семен Прокопьевич, зам. тех. директора ОАО «Росстройизыскания»
15. **Балабанов** Игорь Петрович, гл. геолог ОАО «Росстройизыскания»
16. **Тонких** Геннадий Павлович, д-р техн. наук, гл. науч. сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
17. **Филимонов** Антон Валерьевич, науч. сотрудник ИАП РАН
18. **Симбиркин** Валерий Николаевич, зав. сектором ЛАИПС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
19. **Панасенко** Юрий Вячеславович, руководитель группы экспертизы расчетов ЛАИПС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
20. **Чебыкин** Иван Андреевич, ст. инженер ОАО «Институт Гипростроймост»
21. **Савенко** Андрей Игоревич, вед. инженер ОАО «Институт Гипростроймост»
22. **Кофф** Григорий Львович, д-р геол.-минерал. наук, проф., рук. спец. науч. группы по изучению ущерба от опасных природных процессов Института водных проблем РАН
23. **Пивоваров** Василий Васильевич, зам. рук. НЭБ ЛБС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»

24. **Пронин** Денис Геннадиевич, зав. сек.
Проектирования и экспертизы в области инженерной безопасности НЭБ ПБС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
ОАО «НИЦ «Строительство»
25. **Кодыш** Эмиль Наумович, д-р техн. наук, проф.,
гл. инженер отдела ОАО «ЦНИИПромзданий»
26. **Хасанов** Ирек Равильевич, зам. нач. ФГБУ ВНИИПО
МЧС России
27. **Каличава** Дмитрий Котэвич, ген. директор
ООО «ПИКСАР»
28. **Кривцов** Юрий Владимирович, зав. лаб. НЭБ ПБС
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
29. **Копылов** Николай Петрович, гл. уч. секретарь НАНПБ
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
30. **Альтерман** Михаил Владимирович, ген. директор
ООО «ГЕОТЕХ»
31. **Жук** Юрий Николаевич, канд. техн. наук, зав. ЛАИПС
ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
32. **Рафаилов** Евгений Романович, рук. отдела продаж
ЗАО «ХК «Композит»
33. **Севостьянов** Василий Всеволодович,
канд. геол.-минерал. наук, зав. лаб. Института
геоэкологии РАН
34. **Семенов** Владимир Александрович, проф., д-р. техн.
наук, зам. директора ООО «Техсофт»
35. **Баглаев** Николай Николаевич, руководитель отдела
реализации ООО «Техсофт»
36. **Викторов** Евгений Германович, генеральный директор
ООО «Техсофт»
37. **Перельмутер** Анатолий Викторович, гл. науч.
сотрудник ООО НПФ «СКАД СОФТ»
38. **Зеленецкий** Тарас Андреевич, ген. директор
ЗАО «Электросетьмонтаж»
39. **Чеснокова** Ирина Васильевна, д-р геол.-минерал. наук,
гл. научн. сотр. Института водных проблем РАН
40. **Позняк** Елена Викторовна, канд. техн. наук, доц.,
инженер ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский
университет «МЭИ», ООО «Еврософт»
41. **Павленко** Ольга Витальевна, д-р физ.-мат. наук,
гл. научн. сотр. Института физики Земли
им. О.Ю. Шмидта РАН
42. **Курбацкий** Евгений Николаевич, д-р техн. наук,
проф., зав. каф. «Подземные сооружения» ИПСС МИИТ
43. **Алешин** Александр Степанович, д-р физ.-мат. наук,
зав. лаб. ИФЗ РАН
44. **Смирнов** Владимир Иосифович, канд. техн. наук,
доц., руководитель ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
ОАО «НИЦ «Строительство»
45. **Бубис** Александр Александрович,
зав. ЛССИМС ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
ОАО «НИЦ «Строительство»
46. **Айзенберг** Яков Моисеевич, д-р. техн. наук, проф.,
науч. руководитель ЦИСС ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко
ОАО «НИЦ «Строительство»
47. **Юн** Андрей Яковлевич, мл. научн. сотрудник ЦНИИСК
им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
48. **Сушков** Павел Александрович, инженер ЦНИИСК
им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
49. **Лягуша** Татьяна Константиновна,
менеджер по продуктам в строительстве
ООО «Нанотехнологический центр композитов»
50. **Мосина** Наталья Викторовна, зам. ген. директора
ООО НПФ «СКАД СОФТ»
51. **Лутиков** Александр Иванович, вед. науч. сотр.
Геофизической службы РАН и Института физики
Земли РАН
52. **Рогожин** Евгений Александрович, д-р геол.-минерал.
наук, проф., зам. директора ФГБУН Институт физики
Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
53. **Симаков** Олег Александрович, ЗАО «ХК «Композит»
54. **Семенов** Илья Михайлович, зав. ЛЭИМПС ЦИСС ЦНИИСК
им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
55. **Вильнер** Марк Яковлевич, гл. науч. сотр. ФГБУ ЦНИИП
градостроительства РААСН
56. **Каплинский** Юрий Иванович, менеджер по работе
с проектными организациями ЗАО «Международные
строительные системы»
57. **Пономарев** Евгений Александрович, менеджер
по работе с проектными организациями
ЗАО «Международные строительные системы»
58. **Лозовский** Андрей Валерьевич, менеджер
проекта ПГС ЗАО «Международные строительные
системы»
59. **Костенко** Анна Николаевна, рук. направления
«Усиление конструкций» ООО «БАСФ Строительные
системы»
60. **Бубис** Иосиф Ильич, гл. специалист РАСС
61. **Фролов** Николай Иванович, гл. спец. Департамента
тех. регулирования Национального объединения
строителей
62. **Тихонов** Игорь Николаевич, канд. техн. наук,
рук. центра проектирования и экспертизы НИИЖБ
им. А.А. Гвоздева ОАО «НИЦ «Строительство»
63. **Чупанов** Мурад Рамазанович, аспирант ЦНИИСК
им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
64. **Зорькина** Ирина Александровна, нач. отд. тех.
сопровождения продаж Департамента «Фасадные
системы и ограждения» УК ООО «Компания «Металл
Профиль»
65. **Ставнициер** Леонид Рувимович, д-р. техн. наук,
проф., начальник отдела НИИОСП им. Н.М. Герсеванова
ОАО «НИЦ «Строительство»

66. **Воронцова** Наталия Юрьевна, мл. науч. сотр. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
67. **Вахрина** Генриетта Николаевна, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко ОАО «НИЦ «Строительство»
68. **Воронцов** Геннадий Иванович, директор ВНИИ проблем научно-технического прогресса и информатизации в строительстве

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Савин** Сергей Николаевич, проф. СПбГАСУ
02. **Белаш** Татьяна Александровна, зав. кафедры «Здания» ФГБОУ ПГУПС
03. **Беляев** Вячеслав Семенович, д-р техн. наук, проф., зам. директора по науке Северо-Западного филиала ОАО «СоюзМорНИИПроект»
04. **Саркисов** Павел Георгиевич, заслуженный строитель Узбекистана, советник губернатора Калининградской области

ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Мирсаяпов** Илизар Талгатович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии ФГБОУ ВПО «Казанский гос. архитектурно-строительный университет»
02. **Королева** Ирина Владимировна, ст. преп. каф. Оснований, фундаментов, динамики сооружений и инженерной геологии ФГБОУ ВПО «Казанский гос. архитектурно-строительный университет»
03. **Семенов** Александр Александрович, проф. ФГБОУ ВПО УГНТУ
04. **Турилов** Валерий Вячеславович, канд. техн. наук, нач. лаб. динамического анализа зданий и сооружений ОАО «НИАЭП»

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Семенов** Станислав Юрьевич, директор ООО «СМУ-5»
02. **Шабарин** Валерий Николаевич, ген. директор ООО «ИнжГеоСервис»
03. **Ясницкий** Андрей Александрович, инженер-геофизик ООО «ИнжГеоСервис»
04. **Бешанов** Андрей Александрович, гл. спец.-конструктор ГАУКК «Краснодаркрайгосэкспертиза»
05. **Гаврилюк** Лариса Николаевна, вед. спец.-геолог конструкторского отдела ГАУКК «Краснодаркрайгосэкспертиза»
06. **Галкина** Лариса Яковлевна, нач. отд. инженерных изысканий ООО «Нормоконтроль»

07. **Власов** Дмитрий Александрович, вед. эксперт конструктивного отдела ООО «Нормоконтроль»
08. **Гамзаев** Григорий Мусаевич, нач. проектного отдела ОАО «Агропромышленный строительный комбинат «Гулькевичский»
09. **Рябыкин** Олег Борисович, гл. конструктор института ОАО «Краснодаргражданпроект»
10. **Туркин** Михаил Геннадьевич, гл. конструктор института ОАО «Краснодаргражданпроект»
11. **Макаев** Вадим Борисович, гл. конструктор ОАО «КубаньРегионПроект»
12. **Белый** Антон Александрович, гл. спец. ООО «Краснодар Экспертиза»
13. **Починок** Юрий Владимирович, канд. техн. наук, гл. конструктор ООО «Краснодар Экспертиза»
14. **Аханов** Александр Николаевич, рук. проектов ООО «ВКБ-Инжиниринг»
15. **Аханова** Татьяна Владимировна, рук. конструкторского отдела ООО «Фирма «Градоресурс»
16. **Кинжабало** Екатерина Сергеевна, гл. конструктор ООО «Фирма «Градоресурс»
17. **Иглин** Петр Александрович, генеральный директор ООО «Фирма «Градоресурс»

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Кузеванова** Ирина Алексеевна, ген. директор СРО НП «ГЛАВКУЗБАССТРОЙ»
02. **Окладников** Александр Васильевич, ген. директор ОАО «Черногорскпромстрой»
03. **Сутырин** Юрий Алексеевич, технический директор ОАО «Иркутский Промстройпроект»
04. **Надыров** Фарид Фуатович, директор ООО ПБ «Ф-Проект»
05. **Фереферов** Виктор Павлович, гл. конструктор «Иркутскжелдорпроект», филиал ОАО «Росжелдорпроект»
06. **Моргаев** Дмитрий Евгеньевич, нач. группы «Иркутскжелдорпроект», филиал ОАО «Росжелдорпроект»
07. **Фетисова** Татьяна Борисовна, гл. конструктор проектов ЗАО «Проектно-изыскательский институт «ИркутскЖилГорПроект»
08. **Козьмин** Андрей Леонидович, ООО «Студия-Проект»
09. **Зайцева** Ольга Федоровна, нач. тепломеханического отдела ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Томский филиал
10. **Кульков** Виктор Николаевич, ген. директор СРО НП «Байкальское региональное объединение проектировщиков»
11. **Васильева** Елена Всеволодовна, нач. строительного отдела ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Томский филиал

12. **Притымов** Сергей Геннадьевич, нач. группы строительного отдела ЗАО «Сибирский ЭНТЦ», Томский филиал
13. **Лохтин** Сергей Константинович, ген. директор ООО «Сибирский центр строительной экспертизы»
14. **Бах** Александр Александрович, ст. научн. сотр. АСФ ГС СО РАН
15. **Перфильев** Александр Петрович, ген. директор ООО НПО «ТехноПрогресс»
16. **Побожий** Алексей Васильевич, гл. конструктор ОАО «Углестрингпроект»
17. **Готовский** Дмитрий Сергеевич, канд. техн. наук, гл. конструктор проекта ООО «Инженерно-строительная фирма «Эффект и Ко»
18. **Кочелев** Александр Александрович, ОАО «Бурятгражданпроект»
19. **Воробьев** Дмитрий Александрович, ОАО «Бурятгражданпроект»
20. **Заварухин** Андрей Александрович, гл. инженер ООО «Инженерно-строительная фирма «Эффект и Ко»
21. **Базаров** Артем Дамбирович, мл. науч. сотр. ФГБУН Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ
22. **Баранников** Владимир Георгиевич, канд. техн. наук, директор ООО «Востокпромпроект»
23. **Мицкевич** Владимир Петрович, инженер-конструктор ООО «Востокпромпроект»
24. **Сазонов** Леонид Георгиевич, инженер-конструктор ООО «Востокпромпроект»
25. **Лебедева** Маргарита Анатольевна, вед. эксперт ООО «Сибирский центр строительной экспертизы»
26. **Зимин** Роман Витальевич, директор ООО «Строй-Проект»
27. **Потапов** Дмитрий Валерьевич, нач. техн. отдела ООО «Байкальский газобетон»
28. **Крайний** Константин Ильич, нач. мастерской ГПКО «Облстройпроект»
29. **Фотин** Олег Валентинович, директор департамента ЗАО ИДСК
30. **Зимина** Алевтина Сергеевна, ОАО «Финансово-строительная компания «Новый город»
31. **Бычков** Максим Евгеньевич, гл. конструктор ООО «СТБ Проект»
32. **Рудых** Сергей Александрович, инженер 2-й категории ООО «СТБ Проект»
33. **Лапицкий** Александр Геннадьевич, зам. главы города — руководитель Департамента градостроительства г. Красноярска
34. **Резцов** Эдуард Иллиадорович, гл. инженер ГАУКО «Управление госэкспертизы»
35. **Носов** Николай Евгеньевич, ОАО «Иркутскгражданпроект»

36. **Костоусов** Дмитрий Евгеньевич, ОАО «Иркутскгражданпроект»

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

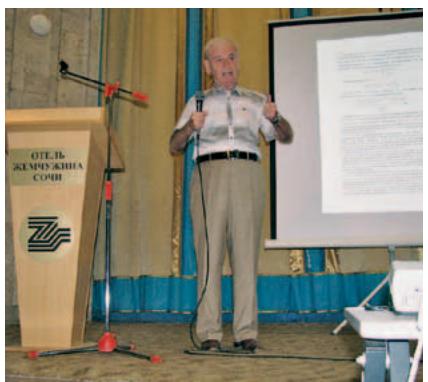
01. **Кузакова** Вера Алексеевна, рук. Управления государственного строительного и жилищного надзора Республики Саха (Якутия)
02. **Банщикова** О.И., Управление государственного строительного и жилищного надзора Республики Саха (Якутия)
03. **Ивашова** Елена Пантелеевна, зам. председателя Правительства Сахалинской области
04. **Мусохранов** Сергей Григорьевич, нач. Управления областного автономного учреждения «Управление государственной экспертизы Сахалинской области»
05. **Рудов** Виктор Генрихович, министр строительства Камчатского края

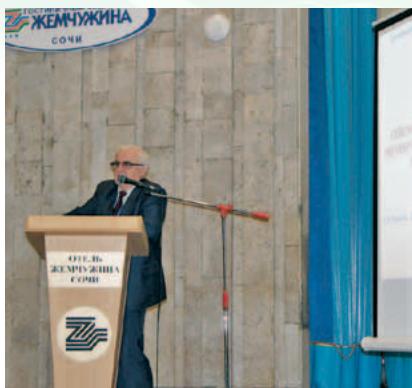
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Дуженков** Александр Альбертович, канд. техн. наук, вед. спец. ООО «ИНСИПРОЕКТ»
02. **Павлова** Юлия Александровна, техн. директор ООО «ИНСИПРОЕКТ»

СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

01. **Шарапов** Виктор Григорьевич, канд. геол.-минерал. наук, директор ООО «ИНЖГЕОПРОЕКТ»
02. **Кудинова** Ирина Владимировна, ген. директор проектной мастерской ООО «ЭСКИЗ»
03. **Коваль** Елена Дмитриевна, гл. спец.-конструктор 2 категории ПО АУСК «Гос. экспертиза в сфере строительства»
04. **Столяров** Виктор Гавrilovich, канд. техн. наук, доц. Северо-Кавказского федерального университета
05. **Глуховская** Татьяна Петровна, ЗАО «Кавказкорортпроект»
06. **Духаев** Хас-Могомет Солонгирович, гл. инженер ЗАО «Внешторгсервис», стар. преп. ГНТУ
07. **Мурадян** Владимир Суренович, гл. инженер проектов ООО «ПИАС»
08. **Мажиев** Хасан Нажоевич, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Строительные конструкции» ГНТУ им. ак. М.Д. Миллионщикова, зам. директора КНИИ РАН
09. **Мажиев** Казбек Хасанович, аспирант ГНТУ им. ак. М.Д. Миллионщикова
10. **Мажиева** Амина Хасановна, аспирант ГНТУ им. ак. М.Д. Миллионщикова
11. **Мажиев** Аслан Хасанович, аспирант ГНТУ им. ак. М.Д. Миллионщикова





ПОДПИСКА

Уважаемый читатель!

СТОИМОСТЬ ГОДОВОЙ ПОДПИСКИ НА ПЕЧАТНУЮ ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА (6 номеров)

на территории РФ —
7800 рублей,
НДС не облагается.

на территории стран СНГ —
9600 рублей,
НДС не облагается.

Редакционная подписка
производится с любого
месяца текущего года и на
любое количество номеров.
Журнал доставляется
бандеролью Почты России.

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

Подписные агентства
«Информнаука»

т. 787-38-73

«Урал-Пресс»

индекс 83525
т. 789-86-36

«Интер-Почта-2003»

индекс 5153
т. 500-00-60

В любом почтовом отделении
по каталогам
«Газеты и Журналы»
индекс 83525

По всем вопросам
подписки, приобретения
и распространения следует
обращаться в редакцию
журнала по телефону:
(499) 174-74-29
или по e-mail:
podpiska@ seismic-safety.ru
www.seismic-safety.ru

ОФОРМЛЕНИЕ ПОДПИСКИ ДЛЯ ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ

Отправьте заявку
по e-mail: podpiska@ seismic-safety.ru
или по факсу: (499) 174-74-29.

В заявке, составленной в произвольной форме, укажите наименование издания,
подписной период, почтовый адрес для доставки, название организации,
ИНН/КПП организации, юридический и фактический адрес, контактное лицо,
телефон, факс, e-mail.

ОФОРМЛЕНИЕ ПОДПИСКИ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ

Произведите оплату в любом отделении Сбербанка России,
предварительно заполнив предлагаемый купон.
Отправьте подписной купон вместе с копией платежного поручения
по факсу (499) 174-74-29 или письмом по адресу:
Россия, 109456, г. Москва, а/я 29 (РАСС).

Извещение

Кассир

Российская Ассоциация по сейсмостойкому строительству
и защите от природных и техногенных воздействий

ИНН 7721188993, КПП 772101001

№ р/с 40703810500001002732

ОАО «Мастер-Банк» г. Москва

Кор/с 30101810000000000353

БИК 044525353

Ф.И.О.

Индекс Адрес

Подписка на журнал «**Сейсмостойкое строительство.**
Безопасность сооружений»

на номеров с 201 г.

Подпись плательщика Сумма

руб. коп.

Квитанция

Кассир

Российская Ассоциация по сейсмостойкому строительству
и защите от природных и техногенных воздействий

ИНН 7721188993, КПП 772101001

№ р/с 40703810500001002732

ОАО «Мастер-Банк» г. Москва

Кор/с 30101810000000000353

БИК 044525353

Ф.И.О.

Индекс Адрес

Подписка на журнал «**Сейсмостойкое строительство.**
Безопасность сооружений»

на номеров с 201 г.

Подпись плательщика Сумма

руб. коп.