

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДЕФИЦИТА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ

**В.И.СМИРНОВ, канд. техн. наук, доцент, руководитель ЦИСС,
А.А.БУБИС, зав. ЛССИМС,
П.А.СУШКОВ, инженер,
Н.Ю.ВОРОНЦОВА, мл. научн. сотрудник
(ЦИСС ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, Москва)**

В статье представлены основные положения Федеральной целевой программы «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009 – 2018 годы», в рамках которой проводятся комплексные исследования по созданию нормативно-методической базы для обеспечения работ по оценке (анализу) дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системе жизнеобеспечения городов и населенных пунктов, а также их уязвимости (сейсмического риска).

Ключевые слова: сейсмостойкость, дефицит сейсмостойкости, паспорт сейсмостойкости здания (сооружения), сейсмическая опасность, сейсмическая уязвимость, шкала интенсивности, сейсмическое районирование

Введение

Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 апреля 2009 года № 365 утверждена Федеральная целевая программа «Повышение устойчивости жилых домов, основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах Российской Федерации на 2009-2018 годы». В рамках Программы специалистами была проведена научно-исследовательская работа по теме: «Разработка критериев и процедур оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения». По итогам работы были выпущены 2 Свода правил: «Порядок оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения» и «Методология, порядок и критерии паспортизации существующей застройки для оценки дефицита сейсмостойкости».

Данные проекты Сводов правил разработаны с целью уточнения и развития обязательных положений и требований СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*», и с целью формирования положений, устанавливающих требования по порядку оценки дефицита сейсмостойкости и критерии паспортизации существующих зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения.

Для обеспечения безопасности территории, принимая во внимание риск землетрясений, были выделены следующие положения:

обеспечение надежности (сейсмостойкости) существующих и вновь строящихся объектов;

оценка уязвимости отдельных сооружений и населения в урбанизированных зонах и прогнозирования на основе этой оценки возможных экономических и социальных потерь;

разработка возможных

сценариев сильных землетрясений на основе прогнозных оценок, и дальнейшее планирование действий государственных органов, гражданской обороны, медицинской и других служб;

решение задачи превентивных мероприятий по смягчению последствий сильных землетрясений, в числе которых проведение паспортизации зданий и сооружений, оценка необходимости усиления объектов и проведение этих работ.

Для определения основных оценочных характеристик сейсмостойкости конструкций существующих зданий и сооружений, в рамках данной научно-исследовательской работы, были выделены следующие виды работ:

выявление общего числа исследуемых объектов с проведением анализа характерных конструктивных схем и особенностей зданий (сооружений) массовой застройки, с последующей разбивкой по группам, то есть выделение основных классов отдельных объектов по характерным признакам (аналогам) с учетом, например, их степени ответственности;

исследование особенностей конкретного региона (местные, природные, строительные, социальные условия, прогнозируемые землетрясения и т.д.);

проведение натурных обследований (паспортизации)



зданий и сооружений типовых региональных серий с классификацией объектов внутри групп по характерным признакам состояния (аналоги, эталоны);

в заключении, оценка фактической сейсмостойкости (уязвимости) групп зданий и отдельных объектов.

На основании этого была предложена комплексная методика паспортизации жилищного фонда в сейсмических районах, основанная на принципах системного подхода к проблеме, основные положения и предложения которой представлены в [1].

В структуре разработанного проекта СП по оценке дефицита сейсмостойкости сооружений, было выделено три основных направления: оценка сейсмической опасности, методы определения сейсмического воздействия для проектных целей, методика оценки сейсмостойкости сооружений и факторы, влияющие на эту оценку. А также сформулированы основные подходы по поведению паспортизации существующей застройки. Остановимся подробнее на каждом из них.

Оценка сейсмической опасности

Сейсмическая опасность, а точнее определение и уточнение расчетных характеристик сценарных землетрясений, с разной степенью точности, оценивалась на основании трех уровней картирования: общего сейсмического районирования (ОСР), детального сейсмического районирования (ДСР) и микросейсмического районирования (СМР) [2]. Как правило, ДСР и СМР являются уточняющими оценками сейсмичности территории, установленной на картах ОСР [3]. Данные, необходимые для определения дефицита сейсмостойкости сооружений, определялись с учетом таких факторов как: интенсивность землетрясения для района или площадки строительства, исторические и прогнозные данные об очагах, повторяемость землетрясений, спектральный состав землетрясений, сейсмические характеристики грунтов основания на площадке строительства и т.д. Так же были определены основные положения, включающие в себя цели и задачи составления того или иного типа карт районирования, методы составления карт, с указанием достоинств и недостатков каждого из них, исходные данные.

В итоге, результатом оценки уровня сейсмической опасности для рассматриваемого сооружения являются карты сейсмического районирования территории различной степени детальности в зависимости от наличия материалов ОСР, ДСР и СМР; а так же, характеристики возможных сейсмических воздействий: повторяемость сейсмических событий различной интенсивности, реальные, искусственные или синтезированные акселерограммы, максимальные ускорения грунта, преобладающие периоды и длительность колебаний, спектры реакции ускорений (скоростей, перемещений) при различных коэффициентах затухания.

Оценка сейсмической опасности (расчетная сейсмическая нагрузка) на основе карт различной степени детальности определялась на основании СП 14.13330.2011 с применением соответствующих коэффициентов (рис.1).

Методы определения сейсмического воздействия

В разработанном СП были предложены несколько методов определения сейсмического воздействия для про-



Рис.1.

ектных целей. Наиболее подходящим является метод, при котором используются записи сильных землетрясений на площадке строительства или рядом с ней, соответствующие уровню проектного землетрясения (ПЗ) или максимального расчетного землетрясения (МРЗ). Однако, в случае отсутствия подобных записей предлагается использовать другие записи сильных землетрясений (записи из каталога сильных движений грунта) с нормировкой по их пиковым значениям.

Другой предложенный метод заключается в оценке и генерации расчетных сейсмических воздействий методами, основанными на моделях разлома: теоретический и полуэмпирический. Использование теоретического метода [4] осуществляется в случае наличия записей слабых землетрясений на площадке, а также известны параметры разлома, генерирующего расчетного землетрясения. Полуэмпирический метод применяется в случае отсутствия записей сильных землетрясений, но имеются данные о параметрах разлома и о распределении скоростей между разломом и площадкой.

Еще один способ задания расчетного сейсмического воздействия является метод, использующий стандартные спектры (синтезирование расчетных акселерограмм и спектров действия). Данный метод используется в случае, когда известна только амплитуда расчетного землетрясения и расстояние до очага. В этом случае сейсмические воздействия синтезируются по стандартному спектру реакции или спектральной плотности, продолжительности и огибающей, зависящей от времени (или фазам, определенным из записей). Эти данные определяются на основе математического анализа большого числа записей сильных движений.

Сейсмические воздействия в зависимости от степени изученности сейсмостектонических и грунтовых условий площадки могут быть определены любым из методов или несколькими методами одновременно.

Методика оценки сейсмостойкости сооружений

Дефицит сейсмостойкости в рамках исследований условно было предложено определять как разность между уровнем сейсмостойкости сооружения и величи-

ной возможного сейсмического воздействия на площадке строительства [1]. Факторы, определяющие уровень сейсмостойкости сооружения можно определить с учетом качественных и количественных факторов таких, как: «живучесть» системы (S_1), определяемая способностью сооружения к значительным неупругим деформациям; соответствие объемно-планировочных и конструктивных решений действующим регламентам и нормативным документам (S_2); оценка текущего технического состояния сооружения (S_3); и соответствие по критериям расчетного анализа (S_4). Первые три фактора возможно определить на основании заполненного паспорта сейсмостойкости сооружения [1], а критерии расчетного анализа определяются по несущей способности конструкции расчетом на ПЗ или МРЗ в соответствии с требованиями СП 14.13330. Фактор S_4 было принято брать равным отношению значения расчетной сейсмичности, определенной из анализа максимальной несущей способности сооружения к уточненной сейсмичности площадки, полученной с учетом детализации исходных данных.

Влияние отдельного фактора на общую сейсмостойкость здания зависит от многих параметров. Сложность количественной оценки всех этих факторов позволяет представить каждый из них в виде произведения,

$$S = \sum_{i=1}^4 \alpha_i S_i,$$

где α_i — удельный вес данного фактора по его влиянию на общую сейсмостойкость конструкции; S_i — выраженная в долях единицы степень соответствия данного фактора для рассматриваемого сооружения в реальном случае по сравнению со случаем, когда данный фактор полностью соответствует требованиям действующих регламентов или нормативных документов или имеет наивысшую оценку сейсмостойкости (равную единице).

Таблица 1.

Критерий S_1 — «живучесть»

Класс уязвимости	A1	A2	B	C	D	E	F1	F2
S1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1	1,5	2

Таблица 2.

Критерий S_3 — «текущее техническое состояние»

Категория технического состояния		S_3
1	Нормальное состояние	1
2	Удовлетворительное состояние	0,95
3	Не совсем удовлетворительное состояние	0,85
4	Неудовлетворительное состояние	0,75
5	Аварийное состояние	0,65

В работе был проведен сравнительный анализ существующих макросейсмических шкал [5, 6, 7], в качестве примера применялась гармонизированная с европейскими нормами шкала, в которой здания классифицируются по 6 классам и 2 подклассам, расположенных в порядке их приблизительного увеличения по уровню сейсмостойкости: A, B, C, D, E, F и A_2 («абсолютная уязвимость», хуже чем класс A) и F_2 («гарантированная надежность», лучше, чем класс F) соответственно. Создание и применение соответствующей шкалы ведется в рамках смежных программ [8].

Паспортизация

Свод правил по формированию порядка и критериев паспортизации, результаты которой применяются при определении дефицита сейсмостойкости, разработан с целью формирования общероссийской базы инженерных данных по существующим и вновь строящимся зданиям и сооружениям, для решения задач по устойчивому развитию территорий в условиях сейсмической угрозы, информационному обеспечению градостроительной деятельности, оптимизации целевых мероприятий по повышению устойчивости основных объектов и систем жизнеобеспечения в сейсмических районах РФ.

В работе были выделены следующие основные направления и составляющие работ по паспортизации:

- формирование базы пространственных данных по объектам, включая актуализированные материалы, документы и чертежи, необходимые для инженерного обследования;

- регламентные требования для проведения инвентаризации и учета результатов инженерных изысканий и инженерного обследования объекта, оценки его сейсмостойкости (уязвимости) в сравнении с показателями приемлемого риска и методология его снижения;

- результаты экспертных оценок затрат на мероприятия по усилению (реконструкции, расширению, перепрофилированию и пр.), в том числе в сравнении с экономическими оценками возможных потерь при сильном землетрясении;

- заполнение паспорта для каждого здания (сооружения) находящегося в зоне паспортизации. Объем данных должен быть достаточным для заполнения паспорта здания находящегося в зоне паспортизации и составления карт схем;

- осуществляется ранжирование (классификация) объектов по степени их сейсмостойкости, путем разделения их на классы сейсмической уязвимости.

Базы данных по паспортизации объектов являются основой для комплексной оценки сейсмического риска, оценки дефицита сейсмостойкости, построения сценариев бедствий, формирования на их основе плана превентивных градостроительных мероприятий.



Рис.2. Жилой дом — представитель зданий серии 1-335, г.Иркутск, ул.Байкальская, 180

Основной составляющей паспортизации является инженерное обследование существующей застройки, которое подразделяется на два вида, в зависимости от поставленных задач: предварительное и детальное.

Предварительное обследование производится с целью быстрого сбора первичной информации об объекте, качественной оценки его состояния и оформление сведений о конкретном объекте.

Детальное обследование производят с целью сбора дополнительной и уточняющей информации для проведения полного комплекса расчетов, необходимых для количественной оценки сейсмостойкости объекта и принятия последующих решений, включая необходимость, целесообразность и объем работ по его усилению. Данные детального обследования также заносятся в паспорт, формируемый на стадии предварительного обследования. По результатам инженерного обследования выполняется оценка общего технического состояния сооружения, и выделяются материалы для определения сейсмостойкости сооружения, после чего принимается решение о пригодности его к дальнейшей эксплуатации, необходимости и уровне усиления конструкций или сносе.

Разработанный «Паспорт сейсмостойкости здания (сооружения)» включает в себя три основных раздела: общие данные, оценка сейсмостойкости здания (соответствие нормативным документам), результаты обследований.

Степень наполняемости паспорта зависит от проведенных исследований:

- визуальное обследование;
- визуальное и детальное обследование;
- визуальное и детальное обследование, дополненное расчетами (исследованиями, испытаниями).

Первая часть Паспорта по формированию паспортных данных сооружения является идентификацией минимальных требований сейсмостойкости к объекту и заполняется на основании подготовительных работ и визуального осмотра (обследования):

- территориальное расположение объекта;
- год постройки, размеры здания, этажность;
- конструктивная схема сооружения, размеры сечений конструкций, их пространственное положение, материал;
- уровень ответственности здания (сооружения);
- исполнение подземной части объекта (подвала);
- наличие ядер жесткости;
- наличие балконов, лоджий и эркеров;
- исполнение антисейсмических мероприятий (конструкция, расположение, размеры);
- уровень качества строительства подразделяется на: (а) высокий, (б) средний, (в) низкий.

Во второй части паспорта производится уточнение и оценка результатов инженерного обследования, испытаний и расчетов:

- фактические инженерно-геологические условия, сейсмичность по ОСР/ДСР/СМР;
- фактические и прогнозируемые нагрузки и воздействия;
- состояние (качество) основных конструктивных элементов сооружения (осадка, крен фундаментов, прогиб плит и балок, класс бетона по прочности, при необходимости по плотности, морозостойкости и т.д.), их соединений и узлов;



Рис.3. Жилой дом — представитель зданий серии 1-306, г.Иркутск, ул.Байкальская, 200а

— уровень производства строительно-монтажных работ (дефекты конструктивных элементов, монтажа, сварки, бетонных и каменных работ и т.д.);

— оценка технического состояния определяется в соответствии с действующими методиками и оценивается как нормальное, удовлетворительное, не совсем удовлетворительное, неудовлетворительное и аварийное состояние. Нормальному состоянию соответствуют видимые повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности. Необходимости в ремонтных работах нет. Удовлетворительному состоянию соответствуют незначительное снижение несущей способности и долговечности конструкций. Требуется устройство антикоррозионного покрытия, затирка трещин и т.п. Не совсем удовлетворительному состоянию соответствуют существующие повреждения, свидетельствующие о снижении несущей способности конструкции. Требуется текущий ремонт. Неудовлетворительному состоянию соответствуют существующие повреждения, свидетельствующие о непригодности к эксплуатации конструкции. Требуется капитальный ремонт с усилением конструкций. До проведения усиления необходимо ограничение нагрузок. Аварийное состояние требует немедленную разгрузку конструкции и устройство временных креплений, замену аварийных конструкций;

— класс (подкласс) объекта, его уязвимость и прогнозируемые повреждения при землетрясении определяются в соответствии с правилами, установленными в гармонизированной с европейскими нормами шкале.

Третья часть паспорта представляет собой детализированную проверку соответствия требованиям действующих нормативных документов в области сейсмостойкого строительства.

В Своде правил по формированию паспортных данных обозначены требования к специалистам, которые заполняют Паспорт. А также создан реестр специалистов, допущенных к подобным видам работ.

Заключение

По итогам проведенных работ были выпущены два Свода правил, дополняющих друг друга: «Порядок оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в систе-

мах жизнеобеспечения» и «Методология, порядок и критерии паспортизации существующей застройки для оценки дефицита сейсмостойкости».

Таким образом, в рамках данных документов были разработаны общие положения по проведению паспортизации существующей застройки городов и населенных пунктов, а также методические принципы по формированию критериев и процедур оценки дефицита сейсмостойкости. В качестве примера реализации разработанных методик были выпущены Пилотные проекты для трех субъектов РФ: г. Иркутск, г. Грозный и о. Сахалин, в которых была обобщена и изучена информация об инженерно-геологических, гидрологических, сейсмологических условиях района, были выделены очаги прогнозируемого воздействия, выполнен прогноз интенсивности сейсмических воздействий. Рассчитаны акселерограммы возможных воздействий для разного уровня ответственности сооружений.

Проведен анализ застройки городов, даны описания применяемых или применявшихся ранее в домостроении зданий типовых серий.

Результаты работ, были вынесены на обсуждение на IX Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому микрорайонированию (с международным участием), проходившей 6-9 сентября 2011 года в г.Сочи. По завершению дискуссий, было сделано большое количество замечаний и предложений, которые были учтены при проведении научно-технического сопровождения и консультирования в процессе распространения по применению критериев и процедур проведения паспортизации и оценки дефицита сейсмостойкости сооружений в сейсмоопасных регионах РФ.

Литература

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка критериев и процедур оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения», II этап работы по итогам 2010-2011 гг. Проекты Сводов пра-

вил «Порядок оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения» и «Методология, порядок и критерии паспортизации существующей застройки для оценки дефицита сейсмостойкости». — М.: РАСС. 2011. 55 с.

2. Заалишвили В. Б., Рогожин Е. А. Оценка сейсмической опасности территории на основе современных методов детального районирования и сейсмического микрорайонирования. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011. №3. С.31-43.

3. Уломов В. И., Перетокин С. А. Актуализация общего сейсмического районирования территории Российской Федерации и создание нормативных карт следующего поколения.//IX Российской национальной конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию (с международным участием), Сочи, 6-9 сентября 2011. 11 с.

4. Смирнов В. И., Вахрина Г. Н. Развитие моделей расчетных акселерограмм сейсмических воздействий. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011. №4. С.26-34.

5. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64./Медведев С. В. — М.: Наука. Сейсмическое районирование СССР. 1968.

6. Шерман С. И., Бержинский Ю. А., Павленов В. А., Антикаев Ф. Ф. Региональные шкалы сейсмической интенсивности. — Новосибирск: Изд-во СО РАН филиал ГЕО. 2003. 189 с.

7. European Macroseismic Scale 1998. EMS-98./Ed. G. Grunthal. Luxembourg, 1998, 99 p.

8. Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование прикладной эффективности шкал, применяемых в мировой практике в целях сейсмической оценки и нормативно-правового регулирования, создание и апробирование новой макросейсмической шкалы, учитывающей геологические проявления землетрясений, разработка требований по применению шкалы в проектировании и строительстве». II этап работ, ООО «Геомаркетинг». Москва. 2010. 486 с.

Материалы хранятся по адресу:
109428, Москва, ул.2-я Институтская, 6.
Тел.: (499) 174-70-21. E-mail: smirnov@raee.su.

НЕБОЛЬШАЯ КНИГА О ВЕЛИКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ. ОЧЕРК 1755 ГОДА

O pequeno livro do grande terramoto: Ensaio sobre 1755

Автор: Руи Тавареш

Переводчик Елена Голубева

Языки: Русский

Издательство: Издательство Европейского университета в Санкт-Петербурге

ISBN 978-5-94380-079-5; 2009 г.

Страниц 240 стр. Формат 60x90/16 (145x217 мм)

Тираж 1000 экз. Переплет Твердый переплет

«Небольшая книга о великом Землетрясении» португальского писателя, историка и культуролога Руи Тавареша посвящена описанию и анализу последствий губительной природной катастрофы — землетрясению и моретрясению 1 ноября 1755 года, которые почти полностью разрушили богатый и пышный город Лиссабон, столицу могущественной колониальной империи. По мнению автора, «лиссабонское бедствие», получившее огромный международный резонанс, может рассматриваться, как один из дней, изменивших мир, наряду с пожаром Рима времен Нерона и терактом в Нью-Йорке 11 сентября 2001 года. Книга Руи Тавареша, в которой серьезность мысли счастливо сочетается с легкостью и яркостью изложения, несомненно, привлечет внимание российского читателя.

<http://www.ozon.ru/context/detail/id/4479291/>

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

