

УДК 550.348

Ю. М. Вольфман,
А. М. Скляр,
Б. Г. Пустовитенко

Проблемы обеспечения сейсмической безопасности г. Севастополя

Отдел сейсмологии Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины,
г.Симферополь

Аннотация. В настоящее время остается нерешенным целый комплекс проблем по обеспечению сейсмической безопасности одного из крупнейших населенных пунктов Крыма - г.Севастополя. В работе приводятся перечень и состояние этих проблем. Предлагаются некоторые пути их реализации в соответствии с основными положениями концепции сейсмической безопасности населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных регионах.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмическая безопасность, сейсмическое районирование, нормативная балльность, инженерно-геологические условия, сейсмический риск.

Введение.

Тема настоящей статьи продиктована необходимостью принятия неотложных мер по обеспечению сейсмической безопасности г.Севастополя, ставшего объектом особого внимания в силу следующих причин:

1. Севастополь представляет собой крупную промышленно-городскую агломерацию с многотысячным населением и крупным промышленным производством. Город расположен в зоне с повышенной сейсмичностью, подвергаясь воздействию землетрясений, происходящих в акватории Черного моря как в пределах Ялтинско-Алуштинской (Южнобережной) сейсмогенной зоны, так и в непосредственной близости от Севастополя. В качестве примера можно привести землетрясение 11 сентября 1927 года, нанесшее городу ущерб на сумму более 8 млн руб (в ценах того времени) [1], ощутимое землетрясение 6 августа 1972 года, вызвавшее панику среди населения города [2], историческое землетрясение 480 года, разрушившее г.Херсонес [3].

2. В настоящее время осуществляется разработка программ развития Севастополя, в том числе, Генерального плана застройки города на период до 2020 года. В рамках этих программ вопросы обеспечения сейсмической безопасности должны рассматриваться как первостепенные. Однако новейшая сейсмологическая информация для этих целей не была востребована, а неоднократные обращения к городским властям по поводу принятия

мер по сейсмической безопасности города остались без ответа.

3. Проблемы обеспечения сейсмической безопасности Севастополя характерны для большинства населенных пунктов, расположенных в пределах сейсмоопасных регионов Украины. Однако особый административный статус Севастополя, с одной стороны, создает некоторые дополнительные проблемы организационно-финансового характера, с другой стороны, позволяет для обеспечения сейсмической безопасности города востребовать средства, находящиеся в распоряжении центральных органов государства.

Основные положения концепции сейсмической безопасности.

Как это ни прискорбно для человечества, но гарантированной сейсмической безопасности невозможно достичь в принципе, равно как на сегодняшний день невозможен уверенный краткосрочный (с точностью до нескольких часов или хотя бы дней) прогноз времени сильного или катастрофического землетрясения в определенном месте. Хотя большинство людей, далеко отстоящих от проблем сейсмологии и сейсмотектоники, как правило, именно краткосрочный прогноз считает основным элементом сейсмической безопасности и готово верить любым, подчас самым невероятным слухам по этому поводу, следует признать, что этот аспект в настоящее время представляет более научный, нежели практический интерес.

Существующая в настоящее время концепция сейсмической безопасности,

положенная в основу сейсмостойкого строительства в пределах сейсмоопасных регионов земного шара, имеет целью минимизацию людских и материальных потерь при землетрясениях и в общем виде предусматривает следующее:

- разработку и обновление (с периодичностью 10-20 лет) разномасштабных карт сейсмического районирования (в баллах сейсмической сотрясаемости, например, по шкале MSK-64, или в инженерных терминах), основанных на данных многолетнего сейсмологического мониторинга, на изучении строения и динамики земной коры, на новейших методических разработках в этих областях знаний; карты сейсмического районирования, утвержденные компетентными государственными органами в качестве нормативных документов, регламентируют уровень антисейсмических мероприятий при строительстве объектов различного назначения в областях с определенной прогнозируемой сейсмичностью;

- оценку сейсмического риска, рассматриваемого как вероятность обусловленного землетрясением материального ущерба для определенной территории; оценки сейсмического риска имеют первостепенное значение при прогнозе последствий землетрясений и принятии на различных уровнях решений, обеспечивающих оптимизацию затрат на антисейсмические мероприятия, минимизацию людских потерь и экономического ущерба от землетрясений;

- применение при строительстве зданий и сооружений сейсмостойких проектов, отвечающих уровню прогнозируемой сейсмичности в каждом конкретном районе застройки;

- повышение (приведение в соответствие с прогнозируемой сейсмичностью) уровня сейсмической защиты ранее возведенных зданий и сооружений путем их паспортизации и осуществления дополнительных антисейсмических мероприятий;

- обеспечение инженерной защиты территорий, слабоустойчивых по отношению к сейсмическим воздействиям (обвально-оползневых склонов, карстово-суффозионных участков и т.п.);

- осуществление контроля за качеством строительства и за соответствием применяемых антисейсмических мероприятий проектным параметрам при строительстве;

- разработку мероприятий по спасению людей и имущества при землетрясении и по оказанию помощи (медицинской, материальной и др.) пострадавшим; организацию для этих целей специальных, соответствующим образом обученных и оснащенных формирований;

- различные виды страхования и т. п.

Первые два положения из вышеперечисленных являются основополагающими, поскольку уровень оценок, полученных при сейсмическом районировании и при расчете сейсмического риска, предопределяет параметры и характер действий при реализации остальных положений концепции сейсмической безопасности.

Данный концептуальный подход является оптимальным, применяется практически повсеместно и призван обеспечить минимальные потери от землетрясений при обоснованном уровне затрат на строительство в сейсмоопасных регионах. Отступления от положений данной концепции в Украине, некоторые из которых будут рассмотрены на примере г.Севастополя, обусловлены недостаточным материально-финансовым обеспечением, несовершенством законодательно-правовой базы, регламентирующей обязательность выполнения условий сейсмической безопасности, а также нескоординированными действиями лиц и учреждений, от которых зависит своевременное принятие ответственных решений и необходимых мер.

Определение (уточнение) нормативной балльности территории г. Севастополя (общее сейсмическое районирование).

Основным документом, отражающим прогнозируемую интенсивность сейсмических воздействий (в баллах шкалы MSK-64) на территорию от всех известных и потенциальных сейсмогенерирующих зон, является карта общего сейсмического районирования (ОСР) страны или региона в масштабе 1:1000000 и мельче, обновляемая (по мере накопления сейсмологических и геолого-геофизических материалов) с периодичностью 10-20 лет. Карта сопровождается перечнем населенных пунктов, расположенных в зонах с тем или иным уровнем сейсмичности. Она получает статус нормативного государственного документа после ее одобрения и утверждения Госстроем Украины с внесением в СНиП (раздел «Строительство в сейсмических районах») соответствующих до-

полнений и изменений. В соответствии с Постановлением Кабинета министров Украины №699 от 28 июня 1997 г., составление карт сейсмического районирования и оценка сейсмического риска возложены на геофизическую службу Национальной академии наук Украины, в частности, на Институт геофизики им.С.И.Субботина.

В соответствии с ныне действующей картой общего сейсмического районирования СССР – ОСП-78, территория г.Севастополя относится к 7-ми балльной зоне, предполагая возможность сейсмических воздействий с $I=7$ баллов 1 раз в 1000 лет (индекс T_2) [4].

В 1998г. Институтом геофизики НАН Украины совместно с Крымским экспертным советом по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений (КЭС) завершены исследования по уточнению сейсмической опасности территории Крыма. По результатам выполненных работ составлены карты общего сейсмического районирования масштаба 1:1000000 (ОСП-98) [5]. В соответствии с новой методологией составления карт ОСП, разработанной в рамках Международной Программы глобальной оценки сейсмической опасности (GSHAP) и территории Северной Евразии, в отличие от действующей нормативной карты ОСП-78 осуществлен расчет сейсмической интенсивности для периодов 100, 500 и 1000 лет с разной степенью сейсмического риска на ближайшие 50 лет. Согласно новым картам, исходная сейсмичность для г. Севастополя составляет: 7 баллов для периода повторения 100 лет; 8 баллов для периодов 500 и 1000 лет. При проектировании выбор исходной сейсмичности зависит от важности и экологической опасности сооружения. Для большинства объектов промышленного и гражданского строительства должна приниматься сейсмичность для периода $T=500$ лет при 10%-й вероятности превышения расчетной интенсивности на ближайшие 50 лет.

Карты ОСП-98 одобрены НТС Госстроя Украины (решение №72 от 02.12.1998г.) и введены в действие в качестве нормативных на территории Крыма с 18 апреля 2000 года Министерством архитектуры и строительной политики АР Крым (приказ №25-А от 30.05.2000г.). При этом Госстроем было предписано своим Управлениям организовать разработку в 1999 году новой редакции нормативного документа СНиП «Строительство в сейсмических

районах» с учетом результатов карты ОСП-98 для территории Крыма.

Таким образом, одна из вышеперечисленных задач по обеспечению сейсмической безопасности Севастополя, на первый взгляд, уже решена. Однако, несмотря на постановления, принятые на высоких административных уровнях, новые карты до настоящего времени не нашли своего отражения в СНиП-II-7-81* в виде соответствующих дополнений и изменений. Кроме того, к новым картам не приложен конкретный перечень зданий и сооружений, сейсмичность которых необходимо назначать по одной из карт А, Б, В (ОСП-98).

Таким образом, для решения первой проблемы обеспечения сейсмической безопасности Севастополя, равно как и других населенных пунктов Крыма, необходимо:

- *внести изменения в действующий СНиП-II-7-81* с учетом карты ОСП-98 территории Крыма;*

- *разработать и узаконить в соответствующих ГОСТах и в СНиП-II-7-81* классификацию зданий и сооружений по степени ответственности, уровню потенциальной экологической опасности и сроку службы в соответствии с идеологией новой карты ОСП-98.*

Оценка влияния локальных инженерно-геологических условий на уровень сейсмичности территории г.Севастополя (сейсмическое микрорайонирование).

Нормативная балльность, по определению, относится к «средним» грунтовым условиям, поэтому, в зависимости от особенностей инженерно-геологического строения территории интенсивность сейсмических воздействий локально может изменяться на 1-2 балла. Степень влияния инженерно-геологических условий на уровень сейсмической балльности определяется по результатам сейсмического микрорайонирования (СМР) территорий населенных пунктов в масштабе 1:10000. Составление этих карт, в соответствии с «Положением о порядке разработки, согласования и утверждения карт общего, детального сейсмического районирования и сейсмического микрорайонирования», утвержденным Госстроем Украины в 1993 г., и Постановлением Кабмина Украины №699, также является прерогативой Института геофизики НАН Украины. По мере составления, эти карты должны утверждаться Госстроем

Украины, обретая статус нормативных документов.

Предыдущая оценка влияния локальных инженерно-геологических условий территории г. Севастополя на интенсивность сейсмических воздействий была выполнена Отделом сейсмологии Института геофизики НАН Украины еще в 1975г. По материалам проведенных исследований была составлена первая в Украине, утвержденная Госстроем Украины 20 апреля 1977г. (приказ №93), карта сейсмического микрорайонирования масштаба 1:25000.

В связи с составлением новых карт ОСР, изменением требований СНиП, ухудшением сейсмических свойств грунтов в результате возросших техногенных нагрузок и сложностью инженерно-геологических условий действующая карта СМР масштаба 1:25000 требует значительной корректировки. Необходимо проведение крупномасштабных (1:10000) кондиционных исследований по сейсмическому микрорайонированию г. Севастополя. В последние годы подобные карты были составлены Отделом сейсмологии Института геофизики НАНУ и Крымским экспертным советом по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений для многих населенных пунктов Крыма (Ялта, Алушта, Судак, Феодосия, Керчь, Партенит). Заказчиком работ по СМР этих населенных пунктов выступало Правительство АР Крым. Финансирование аналогичных работ на территории Севастополя, учитывая статус последнего, из бюджета АР Крым не предусматривалось. Что же касается средств, выделяемых государством на проведение и интерпретацию сейсмологических наблюдений в Крымско-Черноморском регионе и на сейсмическое микрорайонирование территории населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных регионах Украины, то объемы их явно недостаточны для проведения исследований по сейсмическому микрорайонированию.

Составление новой карты СМР для территории г. Севастополя требует проведения комплекса инженерно-геологических, инструментальных сейсмологических и геолого-тектонических исследований.

Инженерно-геологические исследования необходимы для построения (уточнения, детализации) карты инженерно-геологических условий с целью изучения

влияния этих условий на приращения сейсмической балльности и проведения границ участков с различными уровнями ее приращения. Потребуется сбор и обобщение результатов всех ранее проведенных инженерно-геологических работ, выполняемых различными организациями на территории города, а также проведение некоторого объема дополнительных исследований в более крупном масштабе для доведения карты до необходимого уровня детальности.

Наиболее эффективным инструментальным сейсмологическим методом при решении задач СМР является регистрация максимально возможных для данной территории землетрясений. Однако, в связи с тем, что подобные события происходят относительно редко даже в высокосейсмичных регионах, при составлении карты СМР территории г. Севастополя необходимо применить комплекс инструментальных сейсмологических методов, включающий регистрацию специальных взрывов, высокочастотных микросейсм и сейсморазведочные наблюдения (метод сейсмических жесткостей). Следует отметить, что в условиях Севастополя, в отличие от многих других изучаемых объектов, потребуется проведение минимального количества специальных взрывных работ, чему способствует регулярное проведение промышленных взрывов на карьерах в Балаклаве. Комплексное применение этих трех методов инструментальных сейсмологических наблюдений позволит получить полную картину распределения приращений сейсмичности на всей изучаемой территории для различных инженерно-геологических условий.

Проведение комплекса геолого-структурных исследований обусловлено необходимостью выявления, картирования и идентификации зон новейших тектонически активных разрывных нарушений, которые на картах СМР, в соответствии с требованиями СНиП-II-7-81*, выделяются как зоны, неблагоприятные для застройки. Неблагоприятными являются также участки развития оползневых процессов и крутые склоны, что обуславливает необходимость проведения специальных работ по уточнению границ оползнеоопасных участков и некоторого объема морфометрических исследований.

Учитывая большую площадь г. Севастополя (около 100 км²), трудоемкость исследований и длительное время,

необходимое для их проведения, а также неизбежность значительных финансовых вложений в проведение работ по СМР на всей территории города, рекомендуется следующий поэтапный подход к реализации этой проблемы:

1. Уточнение существующей карты инженерно-геологических условий масштаба 1:25000. Составление на ее основе карты инженерно-геологического районирования территории г. Севастополя и районирования по категориям грунтов по сейсмическим свойствам с выделением участков, неблагоприятных в сейсмическом отношении (зон тектонических нарушений, оползней, крутых склонов, площадей развития карстовых процессов). Полученная в результате этого этапа работ информация должна использоваться в дальнейшем в качестве инженерно-геологической основы сейсмического микрорайонирования.

2. Одновременно с уточнением инженерно-геологических условий территории г. Севастополя необходимо проведение инструментальных исследований по СМР в пределах участков первоочередной застройки, площадок размещения особо важных и экологически опасных объектов, участков развития неблагоприятных в сейсмическом отношении геологических процессов. Районы первоочередного проведения работ по СМР, их границы, очередность и сроки исследований определяются администрацией г. Севастополя по согласованию с Институтом геофизики НАН Украины.

3. Результаты сейсмического районирования отдельных районов (участков) города должны рассматриваться и утверждаться градостроительным Советом г. Севастополя. Утверждение итоговой карты СМР для всей территории г. Севастополя осуществляется Госстроем Украины в соответствии с вышеуказанным «Положением ...» от 1993 г.

Таким образом, второй проблемой по обеспечению сейсмической безопасности г. Севастополя является **проведение сейсмического микрорайонирования территории города.**

Оценка сейсмического риска.

Для оценки сейсмического риска г. Севастополя необходимо осуществить:

- районирование элементов сейсмического риска с их паспортизацией и классификацией;

- изучение корреляционных зависимостей между интенсивностью сотрясений и уязвимостью отдельных элементов риска;

- оценку ущерба для совокупных элементов риска.

Следует отметить, что ни одна из названных задач для города ранее не решалась. К тому же, кроме прямого ущерба, связанного с разрушением зданий и сооружений, гибелью людей, существует большое количество вторичных, труднопрогнозируемых эффектов: пожары, оползни, стагнация производства и др., вклад которых в суммарный ущерб по городу может оказаться гораздо больше прямых потерь.

Отметим, что даже грубые оценки сейсмического риска имеют важное значение при разработке сценариев землетрясений и принятии решений на различных уровнях.

Сейсмологический мониторинг.

Вышеперечисленный список сейсмологических аспектов обеспечения сейсмической безопасности г. Севастополя может дополнить организация службы сейсмологического мониторинга с целью срочного оповещения руководства города и его компетентных органов о наиболее значительных сейсмических событиях в ближней зоне Крымско-Черноморского региона. Оперативная информация может предоставляться непосредственно с сейсмической станции Института геофизики НАН Украины «Севастополь», расположенной в пос. Черноречье, или из Регионального сейсмологического центра в Симферополе. Из этого же Центра могут регулярно предоставляться руководству г. Севастополя ежемесячные (еженедельные) сводки о сейсмических событиях в регионе.

При условии создания локальной сети инструментальных сейсмологических наблюдений на территории Севастополя и в непосредственной близости от нее, система сейсмологического мониторинга будет в состоянии решать задачи по уточнению пространственно-энергетических параметров местных сейсмогенерирующих зон и, соответственно, по уточнению степени сейсмической опасности.

Заключение.

Из вышесказанного очевидно необходимость безотлагательного принятия мер по обеспечению сейсмической безопасности территории г. Севастополя. Учитывая важность и масштабность предлагаемых

мероприятий, удовлетворяющих требованиям концепции сейсмической безопасности крупных населенных пунктов, расположенных в сейсмически опасных регионах, решение этой проблемы предполагает координацию усилий органов государственной и местной исполнительной власти (Правительства Украины в лице Гостроя Украины, Правительства АР Крым и администрации г. Севастополя), научно-исследовательских (Института геофизики им.С.И.Субботина НАН Украины) и проектно-исследовательских учреждений соответствующего профиля.

Институт геофизики им.С.И.Субботина НАН Украины и, в частности, Отдел сейсмологии Института, может взять на себя разработку программы по указанным направлениям обеспечения сейсмической безопасности территории г. Севастополя и дальнейшую реализацию этой программы в сроки и на условиях, согласованных с администрацией г. Севастополя и Гостроем Украины. Неоценимую помощь в

координации усилий всех заинтересованных сторон могут оказать Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений и Крымский научный центр НАН Украины.

Литература

1. Князева В.С. Архивные материалы по макро-сейсмическому обследованию Крымского землетрясения 11 сентября 1927 г. // Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 г. – Симферополь, 1999. – С.88-100.
2. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона (инструментальный период наблюдений). - К.: Наук. Думка, 1989. - 192 с.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – 536 с.
4. Сейсмическое районирование территории СССР. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. – М.: Наука, 1980. – 308 с.
5. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Борисенко Л.С., Поречнова Е.И. Общее сейсмическое районирование территории Крыма (ОСР-98) // Геофиз. журнал, 1999, №6. – С.3-15.

Анотація. Ю. М. Вольфман, О. М. Скляр, Б. Г. Пустовитенко **Проблеми забезпечення сейсмічної безпеки м. Севастополя.** В даний час залишається невирішеним цілий комплекс проблем по забезпеченню сейсмічної безпеки одного із найбільше населених пунктів Крима – м.Севастополя. У роботі приводиться перелік та становище цих проблем. Пропонуються деякі шляхи їх реалізації у відповідно з основними положеннями концепції сейсмічної безпеки населених пунктів, розташованих у сейсмонебезпечних регіонах.

Ключові слова: сейсмічність, сейсмічна безпека, сейсмічне районування, нормативна балльність, інженерно-геологічні умови, сейсмічний ризик.

Abstract. Yu. M. Volfman, A. M. Sklar, B. G. Pustovitenko **The problems of the provision seismic safety the town of Sevastopol.** At present remains the undecided whole complex of the problems on provision of seismic security of one the most populated points of the Crimea – the town of Sevastopol. In work lead to the list and condition of these problems. They are offered some way to their realization in accordance with the main positions of the concepts to seismic safety of populated points, located in dangerous seismoregions.

Key words: Seismicity, seismic safety, seismic division into districts, normative point, engineering - geological conditions, seismic risk.

Поступила в редакцию 21.04.2004 г.