

## РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СЕЙСМОБЕЗОПАСНОСТИ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ПРОВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ

**В. И. СМIRHOV, канд. техн. наук, руководитель ЦИСС,  
А. А. БУБИС, заведующий 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 формируется инструментарий для проведения мониторинга обеспечения комплексной сейсмобезопасности в сейсмически опасных районах РФ, предложения и дополнения по актуализации действующих нормативных документов.*

*Ключевые слова: мониторинг обеспечения комплексной сейсмобезопасности, 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 была проведена научно-исследовательская работа по теме: «Разработка инструментария для проведения мониторинга обеспечения комплексной сейсмобезопасности в сейсмических районах Российской Федерации и проведение такого мониторинга».

В результате Работы были проведены комплексные исследования, направленные на формирование эффективных механизмов (в качестве нормативно-методических, организационно-правовых и нормативно-технических документов), выполнена разработка и реализация критериев (регламентных требований) и стандартизированных методик для использования в качестве инструментария при проведении мониторинга обеспечения комплексной сейсмобезопасности в регионах с высоким уровнем сейсмического риска.

На третьем этапе работ была сформирована нормативно-правовая и организационно-методическая базы проведения необходимых работ по предмету исследования; проведена предварительная апробация разработанных методик по формированию планов превентивных мероприятий с позиций анализа комплексного сейсмического риска, с учетом дефицита сейсмостойкости объектов, а также геологических особенностей территорий; а также, была осуществлено внедрение по предмету исследований на пилотных проектах двух городов РФ: Иркутск и Петропавловск-Камчатский.

### Разработанные нормативные документы

Были разработаны следующие нормативные документы:

- Свод правил «Определение основных параметров сейсмической опасности».
- Свод правил «Определение основных параметров комплексной сейсмобезопасности территории РФ».
- Свод правил «Сейсмостойкие конструктивные системы».

Эти документы содержат критерии и методики для использования в качестве инструментария при проведении работ по мониторингу обеспечения комплексной сейсмобезопасности в регионах с высоким уровнем сейсмического риска.

**СП «Определение основных параметров сейсмической опасности»** было направлено на разработку основополагающих этапов оценки сейсмической опасности, которыми являются сейсмическое районирование разной степени детальности (ОСР, ДСР, СМР). В зависимости от уровня ответственности, конструктивных особенностей проектируемого здания/сооружения, а также от уровня изученности инженерно-геологических условий рассматриваемой площадки, районирования проводится в соответствующих масштабах и степенях детальности. Исследования по уточнению исходной сейсмичности (проведение работ по ДСР и СМР) должны включаться в комплекс работ градостроительной деятельности для разработки наиболее адекватных стратегий развития населенного пункта, в противном случае, это может привести к непрогнозируемому социальному и экономическому ущербу при сильном сейсмическом воздействии.

Разработанный проект **СП «Определение основных параметров комплексной сейсмобезопасности территории населенных пунктов РФ»** содержит основные параметры оценки КСБ территорий населенных пунктов, которая включает оценку нанесенного ущерба существующей застройке, а также ущерба населению. Основными параметрами, входящие в оценку уровня КСБ являются:

- оценка сейсмической опасности;

— качественная и количественная оценка ущерба, нанесенного существующей застройке;

— оценка ущерба, нанесенного населению (социальная составляющая);

— экономический ущерб в результате сейсмического воздействия.

По своей сути, оценка КСБ было принято считать, как вероятностную суммарную величину всевозможных сейсмических рисков.

В СП приведен порядок оценки КСБ и его параметров, в состав которых входят: оценка уязвимости существующей застройки; оценка рисков, связанных с санитарными и безвозвратными потерями населения, в зависимости от степени разрушения зданий и сооружений в результате землетрясения; а также требования по проведению инженерного обследования и паспортизации зданий и сооружений, расположенных в сейсмически опасных районах РФ.

Оценка уязвимости существующей застройки основывается на методике, разработанной специалистами ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, с учетом предложений и положений [2-8, 11] и заключается в оценке технического состояния существующих зданий/сооружений по следующим параметрам:

— общая площадь застройки ( $M^2$ ) в рассматриваемом микрорайоне (районе, городе, области...);

— вероятность наступления определенной степени повреждения  $n$ ;

— затраты на восстановление здания (сооружения) при  $n^{0\text{я}}$  степени повреждения;

— стоимость возведения здания по данным Министерства регионального развития РФ.

Следующей составляющей является уязвимость населения, под которой понимается возможная доля санитарных и безвозвратных потерь от общего числа жителей. В некоторых странах, чтобы условно оценить материальные потери, связанные с гибелью и травмами людей, учитываются страховые выплаты, связанные с этими случаями. Уязвимость населения на урбанизированных территориях тем больше, чем плотнее застройка на рассматриваемой территории. Уязвимость возрастает (убывает) в зависимости от:

— административного управления и контроля;

— обучения поведению населения при чрезвычайных ситуациях (ЧС) и оповещения населения о ЧС;

— организации поисковых, спасательных и восстановительных работ и пр.

Социальная составляющая КСБ включает в себя оценку следующих параметров:

— общая численность населения, проживающая на рассматриваемой территории;

— доля населения, проживающая на рассматриваемой площади;

— вероятность безвозвратных и санитарных потерь населения при степенях повреждения 3, 4 и 5 по шкале EMS-98;

— вероятность общих потерь населения;

— доля населения, проживающая в рассматриваемом здании;

— оценочная величина стоимости человеческой жизни.

Основным положением при определении КСБ является полнота информации, определяющих параметров, которые, в свою очередь, зависят от степени доступности исходных данных [10] и регулярности их обновления (например, паспорта сейсмостойкости).

В СП 14.13330.2011 («Строительство в сейсмических районах»). Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*) приведены положения по проектированию зданий с системами сейсмоизоляции. Положения норм требуют, чтобы любая система сейсмоизоляции обладала устойчивостью при расчетном смещении, обеспечивала восприятие реакции при колебаниях основания и могла противостоять повторной циклической нагрузке при землетрясении [1, 12, 13]. С целью дополнения данного раздела в рамках настоящей федеральной программы разработан проект **СП «Сейсмостойкие строительные конструкции»**.

В разработанный проект нормативного документа, наряду с применением сейсмоизоляции, включены основные положения и требования по проектированию конструктивных систем на основе безригельного каркаса, и по проектированию навесных фасадных систем, ввиду их широкого применения в последнее время и отсутствия требований к этим конструктивным решениям в действующих нормативных документах.

### **Предварительная апробация и внедрение разработанной методики с учетом градостроительной деятельности**

Основной задачей разработок по предмету исследования, наряду с актуализацией и формированием новой нормативно-методической базы, является апробация и внедрение на практике разработанных методик по формированию планов превентивных мероприятий с позиций анализа комплексного сейсмического риска, с учетом дефицита сейсмостойкости объектов, а также геологических особенностей территорий, выполняя критическую оценку полученных результатов применительно к корректировке (или разработке новых) схем территориального планирования сейсмоопасных территорий, а также применительно к корректировке существующих и разработке новых генеральных планов городов и населенных пунктов, а также для формирования и реализации планов первоочередных и превентивных градостроительных мероприятий с целью снижения сейсмического риска территорий и повышения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Внесение изменений в генеральный план с учетом уровня КСБ, характеризующаяся как вероятностная социально-экономическая величина, должно основываться на:

— ранжировании территорий по уровню сейсмической опасности;

— выявлении наиболее сейсмически уязвимых существующих и/или перспективных зданий (сооружений) при возможных сейсмических воздействиях;

— анализе состояния инфраструктуры и планировочных градостроительных решений, влияющих на безопасность застройки и на возможность проведения спасательных и аварийно-восстановительных работ при возможном сильном сейсмическом землетрясении [11].

В рамках работы была создана и апробирована методика по осуществлению градостроительной политики

на сейсмоопасных территориях с участием саморегулируемых организаций, а также по выполнению работ для целей градостроительного зонирования с позиций комплексной оценки сейсмического риска. Также методика позволяет учесть обеспечение следующих видов безопасности:

- механическую безопасность (конструктивная надежность) зданий и сооружений;
- безопасность зданий и сооружений при воздействии опасных природных, природно-техногенных и (или) техногенных явлений;
- безопасность территорий вблизи промышленных предприятий, включая опасные производства;
- безопасность территорий вблизи линейных железнодорожных объектов, трубопроводов, ЛЭП и пр.

В ходе разработки нормативно-технической базы и методики по оценке КСБ были привлечены региональные саморегулируемые организации, и сделаны запросы в администрации регионов РФ [9] по вопросам статистических данных о ходе выполнения работ в рамках целевых региональных программ по:

- разработке паспортов безопасности;

— проведению паспортизации существующей застройки, и учитывались ли при этом: сейсмическая опасность, определение дефицита сейсмостойкости для застройки;

- наличия генеральных планов развития города;
- обеспеченности картами сейсмомикрорайонирования территории региона и др.

С целью ознакомления и начала практического применения результатов разработанной методики по определению КСБ в г. Иркутске 9 и 10 апреля 2012 года была проведена консультация со специалистами департамента градостроительного проектирования ОАО «Иркутскгипродорнии». Методика была одобрена для применения на примере пилотного проекта г. Иркутска. Были подготовлены тематические карты в масштабе 1:25000, иллюстрирующие дефицит сейсмостойкости жилого фонда г. Иркутска и уровень обеспечения комплексной сейсмобезопасности (КСБ) территории г. Иркутска при землетрясении интенсивностью 7, 8 и 9 баллов [14]:

- Карта дефицита сейсмостойкости жилого фонда г. Иркутска (рис.1).

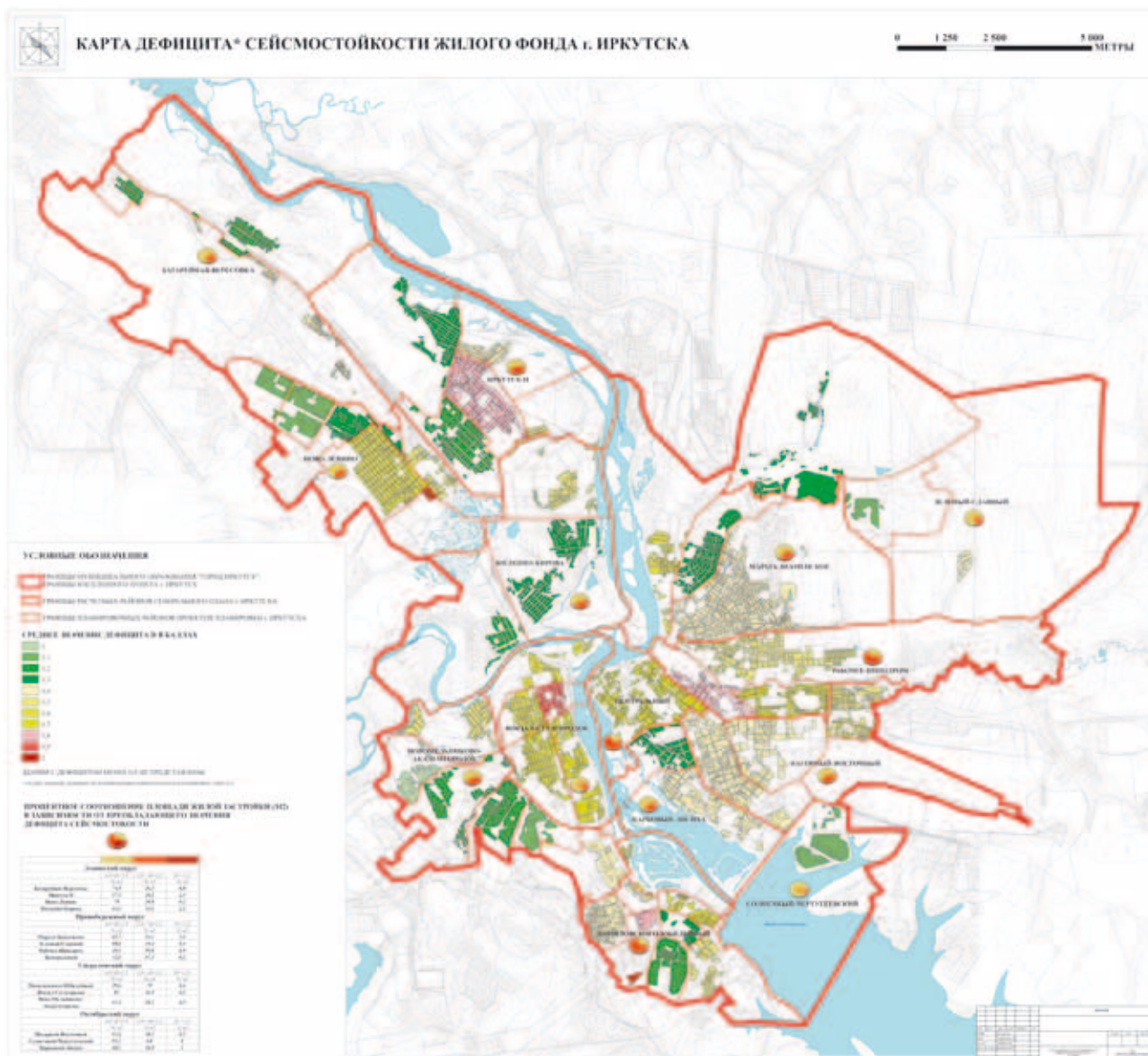


Рис.1а. Карты дефицита сейсмостойкости г. Иркутска

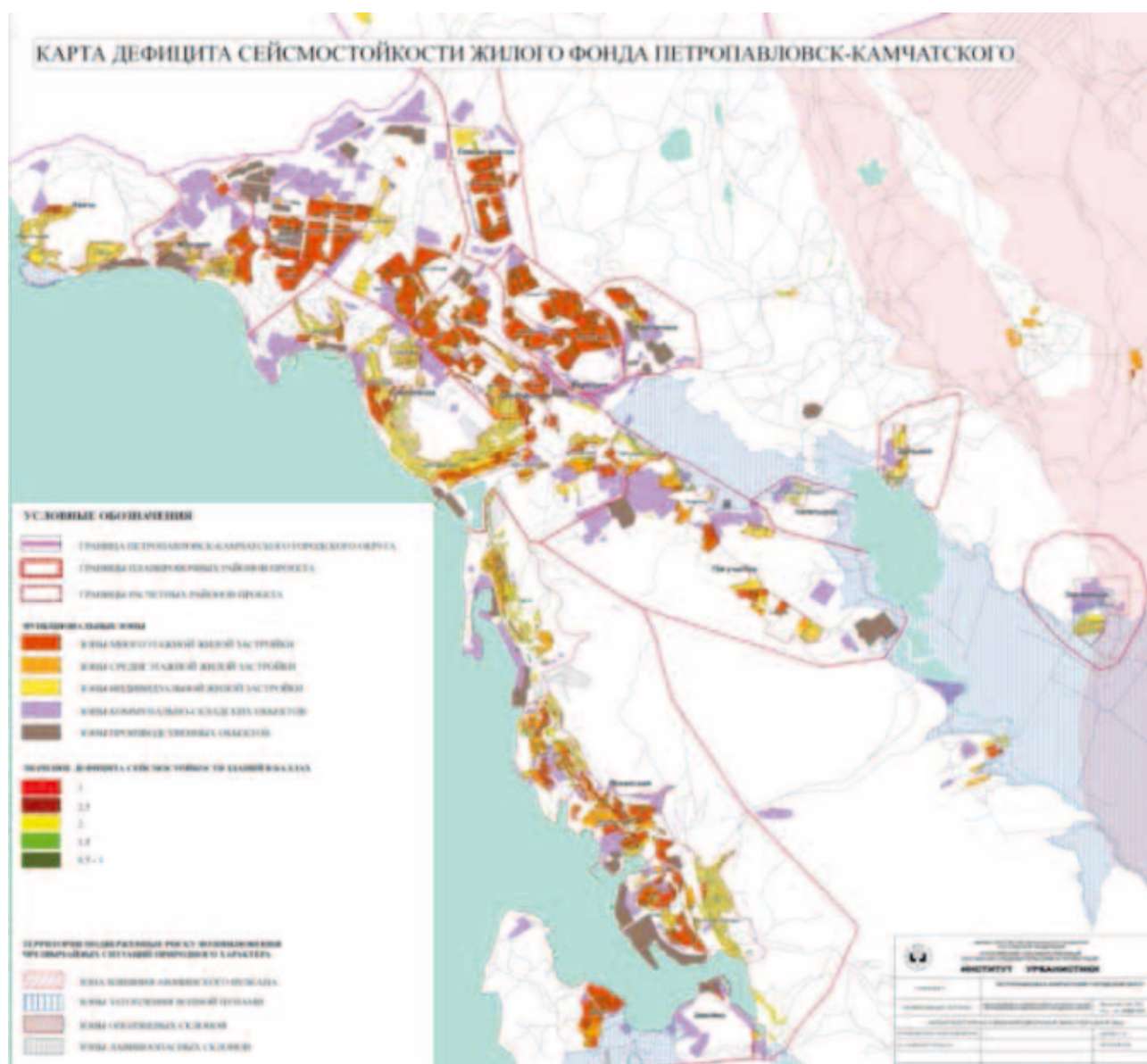


Рис.16. Карты дефицита сейсмостойкости г. Петропавловка-Камчатского

— Уровень обеспечения комплексной сейсмобезопасности территории г. Иркутска при землетрясении интенсивностью 7, 8 и 9 баллов (рис. 1).

Также, аналогичный комплект карт был создан для района Нижняя Лисиха Октябрьского административного округа г. Иркутска в разрезе почтовых адресов зданий. На картах представлена характеристика существующего и измененного (планируемого) состояния территории при условии проведения первоочередных и превентивных градостроительных мероприятий с целью снижения сейсмического риска территорий и повышения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Для г. Петропавловка-Камчатского (как для г. Иркутска), был разработан аналогичный комплект карт совместно со специалистами ФГУП «РосНИПИ Урбанистики» (рис.2).

**Литература**

1. Айзенберг Я. М., Смирнов В. И. Пояснительная записка к актуализированной редакции СНиП II-7-81\* «Строительство

в сейсмических районах. Нормы проектирования». // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010. № 1. С.13-15.

2. Акбиев Р.Т., Могушков И.М., Морозова Т.В. Инженерный паспорт здания или сооружения для оценки сейсмостойкости и использование в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2011 №3. С.59-62.

3. Бержинский Ю. А. Классификация зданий по уровню их сейсмостойкости. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2007. №5. С.37-41.

4. Есипов Ю.В., Самсонов Ф.А., Черемисин А.И. Мониторинг и оценка риска систем «защита — объект — среда». — М.: Издательство ЛКИ. 2008. 136 с.

5. Кофф Г.Л., Смирнов В. И., Джинчвелашвили Г.А. и др. Анализ сейсмического риска и остаточной сейсмостойкости зданий и сооружений после военных повреждений (на примере Цхинвала и Грозного). — М. — СПб.: Издательство ВСЕГЕИ. 2010. 147 с.

6. Мастрюков Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий. — М.: Издательский центр «Академия». 2011. 368 с.

7. Нигметов Г. М., Салтыкова О. М. Прогнозирование последствий разрушительных землетрясений с учетом многократного воздействия сейсмической нагрузки./Восьмая Международная научно-практическая конференция «ГЕОРИСК-2012». Москва, 18-19 октября 2012 г.

8. Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе./Отв. ред. А. В. Николаев, В. Б. Заалишвили. — Владикавказ: ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А. 2009. 544 с.

9. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка инструментария для проведения мониторинга обеспечения комплексной сейсмобезопасности в сейсмических районах Российской Федерации и проведение такого мониторинга» (2 этап). Контракт № 78. ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, Москва, 2011.

10. 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 правил «Порядок оценки дефицита сейсмостойкости зданий и сооружений в системах жизнеобеспечения» и «Методология, порядок и критерии паспортизации существующей застройки для оценки дефицита сейсмостойкости», Москва, РАСС, 2011.

11. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка территориальных схем оценки уровней риска и сейсмостойкости зданий и сооружений», 2 этап. Книга 1, 2, 3, 4. — Москва. ОАО ПНИИИС. 2010.

12. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. — М.: 2011.

13. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. — М.: 2011.

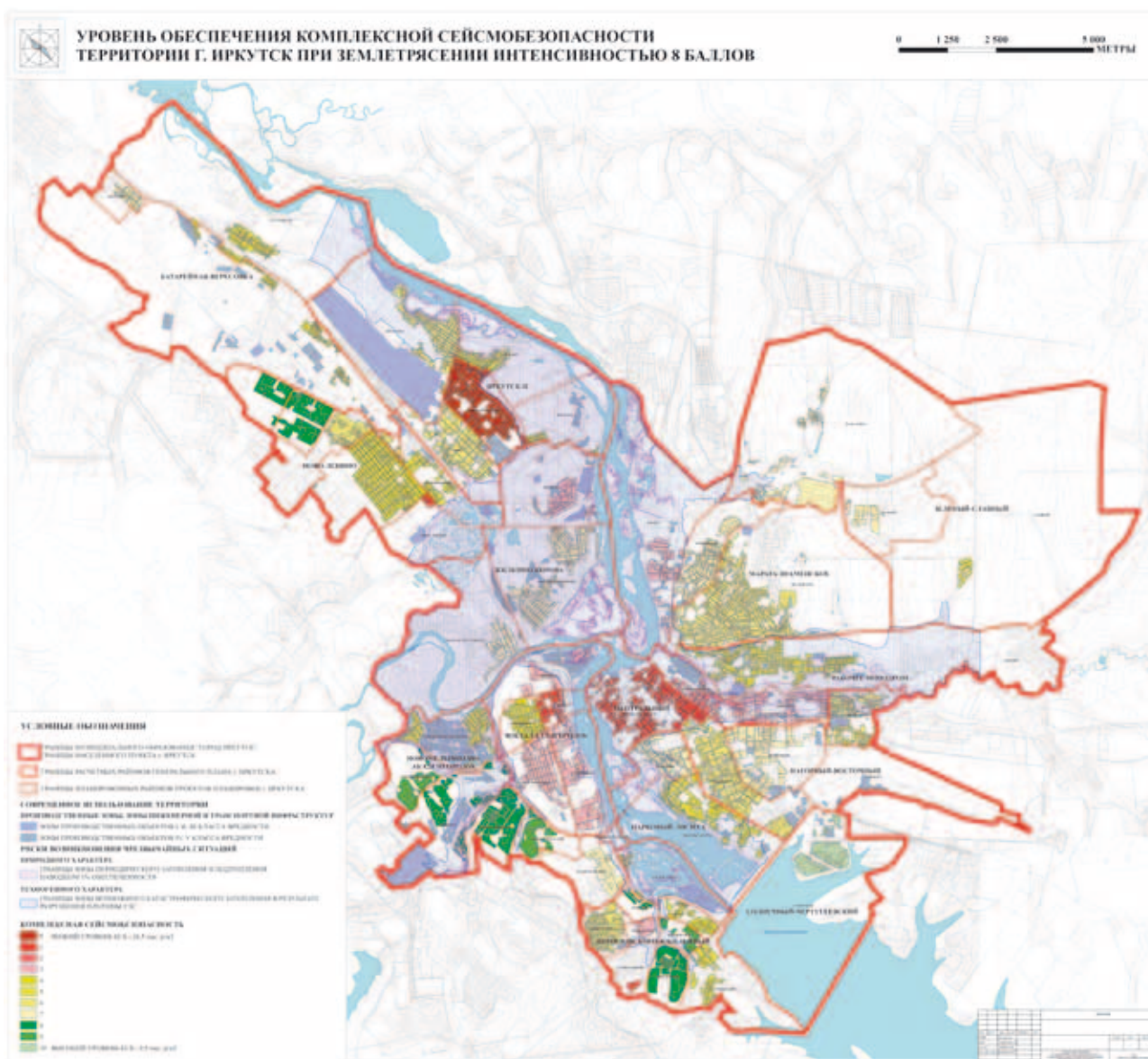


Рис.2. КСБ территории г. Иркутска при землетрясении интенсивностью 8 баллов

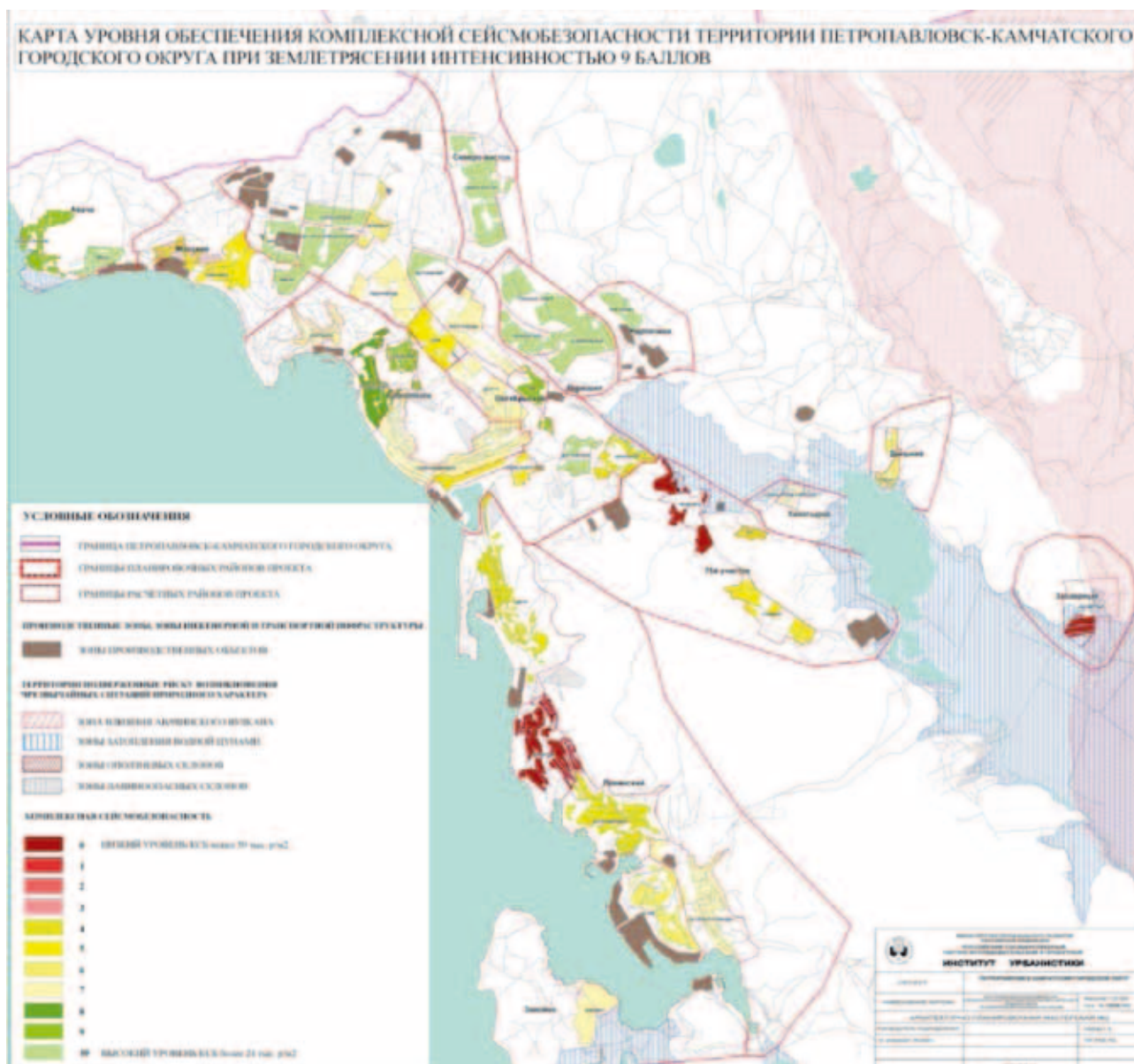


Рис.3. КСБ территории г. Петропавловска-Камчатского при землетрясении интенсивностью 9 баллов

14. Отчет 180-2012 на тему «Участие в проведении предварительной апробации и внедрения на практике новых методик по формированию планов превентивных мероприятий с позиций анализа комплексного сейсмического риска, применительно к корректировке генеральных планов на примере Пилотного проекта г. Иркутска» в рамках

научно-исследовательской работы «Разработка инструментария для мониторинга обеспечения комплексной сейсмобезопасности в сейсмических районах Российской Федерации и проведение такого мониторинга». — Иркутск: ОАО «Иркутскиипродорнии». 2012.

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