

УДК 550.343.4

DOI: 10.23671/VNC.2015.1.55237

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО АППАРАТА МЕТОДИКИ ОСР-97 В ЗАДАЧАХ ДЕТАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

© 2015 С.А. Перетокин, к.т.н.

СКТБ «НАУКА» КНЦ СО РАН, Россия, Красноярский край, 660049,
г. Красноярск, пр. Мира, 53, e-mail: sktb@ksc.krasn.ru

В Российской Федерации исторически сложилась двухступенчатая схема оценки сейсмической опасности - оценка исходной сейсмичности для средних грунтов и последующая корректировка оценок с учетом реальных грунтовых условий площадки.

Ключевые слова: вероятностный анализ сейсмической опасности, детальное сейсмическое районирование, уточнение оценок сейсмического районирования.

В 1991-1997 гг. в ИФЗ РАН была разработана методика построения вероятностных карт общего сейсмического районирования ОСР-97 [Гусев, Шумилина, 1995; Уломов, 2012, 2013]. В настоящее время комплект карт ОСР-97 является нормативным документом, регламентирующим уровень исходной сейсмичности в привязке к средним грунтовым условиям для территории РФ. На картах сейсмической опасности ОСР-97 отражается уровень сейсмического воздействия с заданной вероятностью непревышения за необходимый период времени.

В основу методики положены модели зон возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) и макросейсмического поля на основе представлений о протяжённом очаге. По существу, методику ОСР-97 можно представить как совокупность моделей, определяющих пространственное и временное распределение сейсмичности, правила их параметризации и программный комплекс, реализующий расчётные процедуры вероятностного анализа сейсмической опасности (ВАСО).

Надежность оценок сейсмической опасности, получаемых на основе ВАСО, определяется корректностью заложенных в расчет моделей и достоверностью их параметров. При общем сейсмическом районировании детальность моделей зон ВОЗ определяется не только изученностью территории, но и масштабом итоговых карт 1:8 000 000.

При проведении работ по оценке сейсмической опасности для конкретных объектов или построении карт и схем сейсмической опасности крупных масштабов, нормативными документами предусматривается так называемая стадия детального сейсмического районирования (ДСР). Зачастую под ДСР понимается уточнение оценок сейсмического районирования (УОСР) или более кратко - уточнение сейсмической опасности (УСО). Насколько эти понятия близки - предмет отдельной дискуссии. Тем не менее, в контексте данной статьи ДСР, УСО или УОСР принимаются близкими по смыслу.

В методике ОСР-97 заложены два типа моделируемой сейсмичности: рассеянная и структурированная. В первом случае выделяются объемы геологической

среды (домены), для которых задаются графики повторяемости землетрясений с магнитудами $Mlh \leq 5,7$, и равной вероятностью возникновения землетрясений в любом месте выделенного блока. Во втором - выделяются линейные зоны, соответствующие активным разломам, к которым приурочены землетрясения с $Mlh \geq 5,8$ и их повторяемость.

Основная задача УОСР - это обоснованная детализация моделей, закладываемых далее в процедуры ВАСО. Первый шаг при детализации модели зон ВОЗ - понижение пороговой магнитуды между рассеянной и структурированной сейсмичностью. При исследованиях по УОСР этот порог понижается в соответствии с уровнем изученности региона.

Принципиальным отличием ВАСО от детерминистских методов является обязательный учет вероятного разброса значений параметров моделей. Это касается как пространственных параметров зон ВОЗ, так и характеристик модели затухания. Например, углы падения плоскостей линеаментов модели зон ВОЗ ОСР-97 задаются 45, 90 или 135 градусов, при этом площадкам очагов дополнительно задается диапазон вероятного разброса этих значений ± 20 градусов. Кроме того, задается стандартное отклонение площадки очага от оси линеамента, зависящее от максимальной возможной магнитуды на данном линеаменте и магнитуды модельного землетрясения $\sigma(M_{max}, Mlh)$. В модели сейсмического эффекта ОСР-97 предусмотрены случайные поправки к расчетной интенсивности, позволяющие учесть вероятный разброс балльности от тех или иных случайных факторов.

То есть, для каждого параметра модели, который нельзя задать однозначно, необходимо учитывать вероятный разброс значений и тип распределения. В противном случае, возможен серьезный недоучет сейсмической опасности.

При подготовке моделей ОСР-97 величину поправок во многом определял генерализованный характер построений. При переходе к более детальным моделям на стадии УОСР величина поправок определяется степенью изученности территории и полнотой статистики по каждому конкретному параметру.

Принцип работы процедур ВАСО ОСР-97 сводится к созданию модельного каталога землетрясений за большой период времени и к расчету статистики сейсмического эффекта от модельной сейсмической истории для каждого узла опросной сетки. Программно-математическое обеспечение PRB-60, разработанное в рамках работ по созданию ОСР-97 (А.А. Гусев, В.М. Павлов, Л.С. Шумилиа), позволяет автоматизировать расчеты. В 2003 г. программный комплекс PRB-60 был модернизирован в части организации входных данных. Был разработан формат базы данных Microsoft Access (*.mdb) в виде таблиц, объединяющих однотипные параметры. Такой формат более удобен для заполнения и анализа. Кроме того, была разработана интерфейсная часть. Расчетная часть корректировкам не подвергалась.

Возможности, заложенные в PRB-60, позволяют в задачах УОСР учесть индивидуальные особенности зон ВОЗ, которые в моделях ОСР-97 скрадываются за счет генерализованности построений. Например, в методике ОСР-97 разброс землетрясений вокруг оси линеамента определяется одной среднестатистической зависимостью $\sigma(M_{max}, Mlh)$. При построении детальных моделей в рамках УСО для каждой зоны ВОЗ эта зависимость может задаваться индивидуально и т.д.

В отличие от программных средств ВАСО построенных на прямом численном интегрировании соответствующих распределений вероятности (SEISRISK III и др.), программный комплекс PRB-60 более затратный в части вычислительных ре-

сурсов, но именно заложенный в него метод Монте-Карло [Shapira, 1983] позволяет учесть при моделировании любую информацию о свойствах и пространственной структуре очагов.

Важная особенность программного комплекса PRB-60 и его модификаций - это прозрачная схема расчетов на протяжении всей цепочки моделирования. В том числе это касается возможности работы с модельным каталогом. На рис. 1 показан пример модельных площадок очагов землетрясений синтезированного каталога. Разным цветом показаны площадки, соответствующие землетрясениям разных магнитуд.

Подобные возможности программного комплекса крайне важны для контроля корректности и отладки моделей зон ВОЗ.

В 2010-2012 гг. программный продукт дополнен возможностью использования индивидуальных моделей затухания для зон ВОЗ. Это позволяет учесть различия моделей затухания для разных типов тектонических подвижек.

Получаемая в результате процедур ВАСО интенсивность сейсмических сотрясений - это совокупная опасность от потенциальных землетрясений различных магнитуд, происходящих на разных расстояниях от источника. При исследованиях на стадии СМР необходимо знать наиболее вероятную магнитуду землетрясения M и расстояние источник-пункт R . Для решения этой задачи в программный продукт внедрена возможность деагрегационного анализа. В данной реализации «деагрегация» представляет собой распределение условной вероятности события с параметрами M и R при том условии, что нормативная интенсивность превышает в данном пункте. Результатом деагрегационного анализа являются таблицы распределения условной вероятности превышения расчетной интенсивности от событий синтезированного каталога с шагом по магнитуде и по гипоцентральному расстоянию.

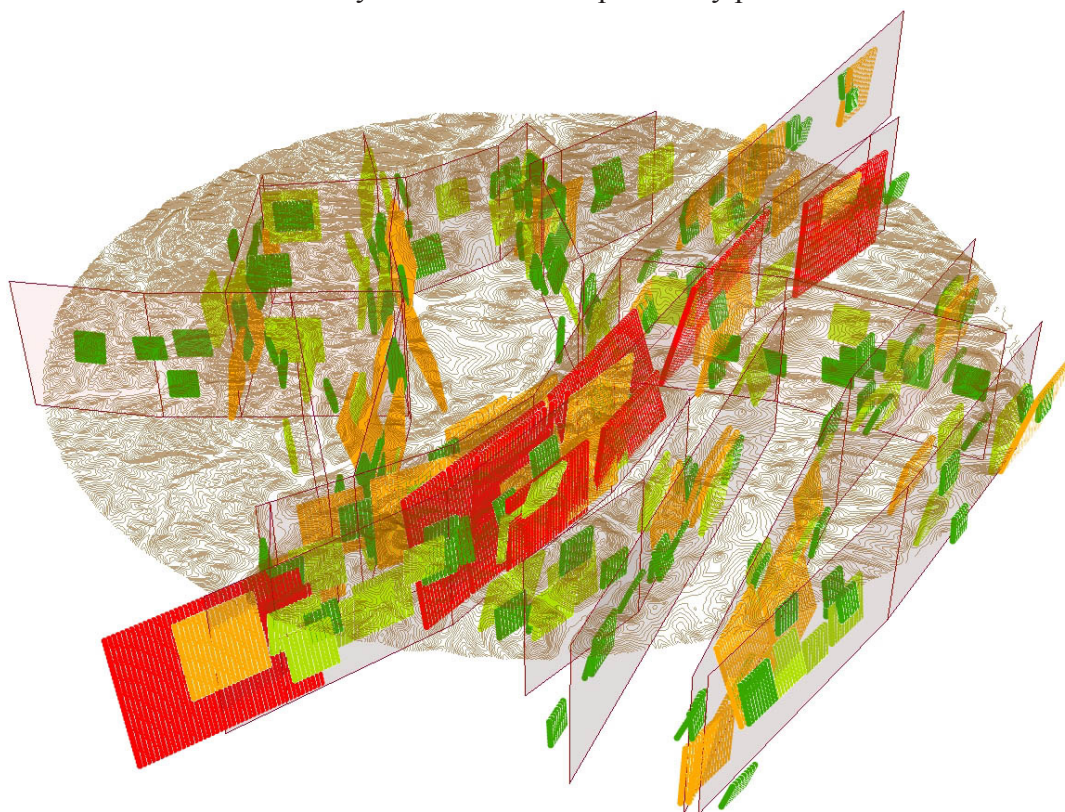


Рис. 1. Пример модельных площадок очагов землетрясений синтезированного каталога

В заключении стоит отметить, что адаптация программных средств методики ОСР-97 к задачам детального сейсмического районирования и требованиям СМР позволяет обеспечить методологическую преемственность в работах по оценке сейсмической опасности разных масштабов и выстроить единую технологическую цепочку ОСР-ДСР (УОСР)-СМР.

Литература

1. Гусев А.А., Шумилина Л.С. Некоторые вопросы методики общего сейсмического районирования // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии (отв. ред. В.И. Уломов). Вып. 2-3. М.: ОИФЗ РАН, 1995, С. 289-300.
2. Уломов В.И. Актуализация нормативного сейсмического районирования в составе Единой информационной системы «Сейсмобезопасность России» // Вопросы инженерной сейсмологии. 2012. Т. 39, №1. С. 5–38.
3. Уломов В.И. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации - ОР-2012 // Вопросы инженерной сейсмологии. 2013. Т. 4, №4. С. 5-20.
4. Shapira A. 1983. Potential earthquake risk estimations by application of a simulation process. *Tectonophys.* 1983. V.95. N1/2. P. 75-89.

DOI: 10.23671/VNC.2015.1.55237

USAGE OF PROGRAM ALGORITHMIC TOOL OF OSR-97 METHODIC IN DETAILED SEISMIC ZONING PROBLEMS

© 2015 S.A. Peretokin, Sc. Candidate (Tech)

FSBI SDTB "NAUKA" KSC SD RAS, Russia, Krasnoyarsk Territory,
660049, Krasnoyarsk, Mira avenue, 53, e-mail: sktb@ksc.krasn.ru

Historically in the Russian Federation formed two-staged assessment scheme of seismic hazard– assessment of the initial seismicity for average soils and the following correction of assessments with accounting of site real soil conditions.

Key words: probabilistic analysis of seismic hazard, detailed seismic zoning, rectification of seismic zoning assessments.