

УДК 550.34

СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ*Рогожин Е. А.*¹**SEISMIC HAZARD IN THE NORTHERN CAUCASUS**

Rogozhin E. A.

The applied method of allocation of the potential sources of the earthquakes, based on the complex geology-geophysical approach, has allowed receive a real estimations maximal possible magnitudes (*Mmax*) for expected earthquakes in region of the North-West Caucasus. Results of the carried out simulation were certified with the help of field paleoseismological investigations which have shown, that in zones of some active faults ancient strong earthquakes with magnitude up to 7.0 took place. The recurrence interval of such seismic events makes approximately 1300–1500 years. The recurrence plot for all diapason of registered magnitudes of earthquake with using of results of paleoseismological investigation was compiled.

Keywords: earthquakes, Caucasus, paleoseismology investigations, seismic zoning, maximal magnitudes.

Введение

Северный Кавказ — наиболее опасная с точки зрения развития природных катастрофических процессов часть европейского юга России. Среди наиопаснейших элементов природных рисков следует назвать сейсмичность и склоновые процессы. Активизация природных явлений связана с высокими скоростями современных тектонических движений и значительной тектонической активностью региона.

Согласно детальной оценке сейсмической опасности территория Северного Кавказа подвержена высокой степени сейсмического риска в связи с высокой плотностью населения, низким качеством массовой застройки, большим количеством особо ответственных сооружений и высоким уровнем исходной сейсмичности. Поэтому изучение причин природных катастроф здесь — актуальная проблема.

В статье демонстрируются новые подходы в деле изучения разных форм природной опасности на примере наилучшим образом изученного Северо-Западного Кавказа.

Для решения задач детального сейсмического районирования Северо-Западного Кавказа применен метод выделения потенциа-

льных очагов землетрясений (ПОЗ), опробованный на примере ряда районов России, и, в частности, на Кавказе в целом, который позволил получить реальные оценки максимальных возможных магнитуд (*Mmax*) ожидаемых землетрясений для Краснодарского края России (рис. 1).

Определение *Mmax* исследуемой территории проводилось на основе внерегионального сеймотектонического метода на базе кластерного анализа комплекса геолого-геофизических и сейсмологических данных [1]. В качестве исходных параметров были избраны: плотность теплового потока; мощность земной коры; высота рельефа; контрастность рельефа; величины изостатических аномалий поля силы тяжести; глубина до поверхности консолидированного фундамента. Кластерный анализ материала для системы элементарных ячеек размером 20' × 30' градусной сетки привел к типизации земной коры района по соотношениям исходных параметров на основе применения принципа итерационного подхода. Полученная типизация земной коры сопоставлялась с сейсмологическими данными. Процедура сопоставления имела целью определить максимальную магнитуду землетрясе-

¹Рогожин Евгений Александрович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заместитель директора Института физики земли им. О. Ю. Шмидта РАН; e-mail: euog@ifz.ru

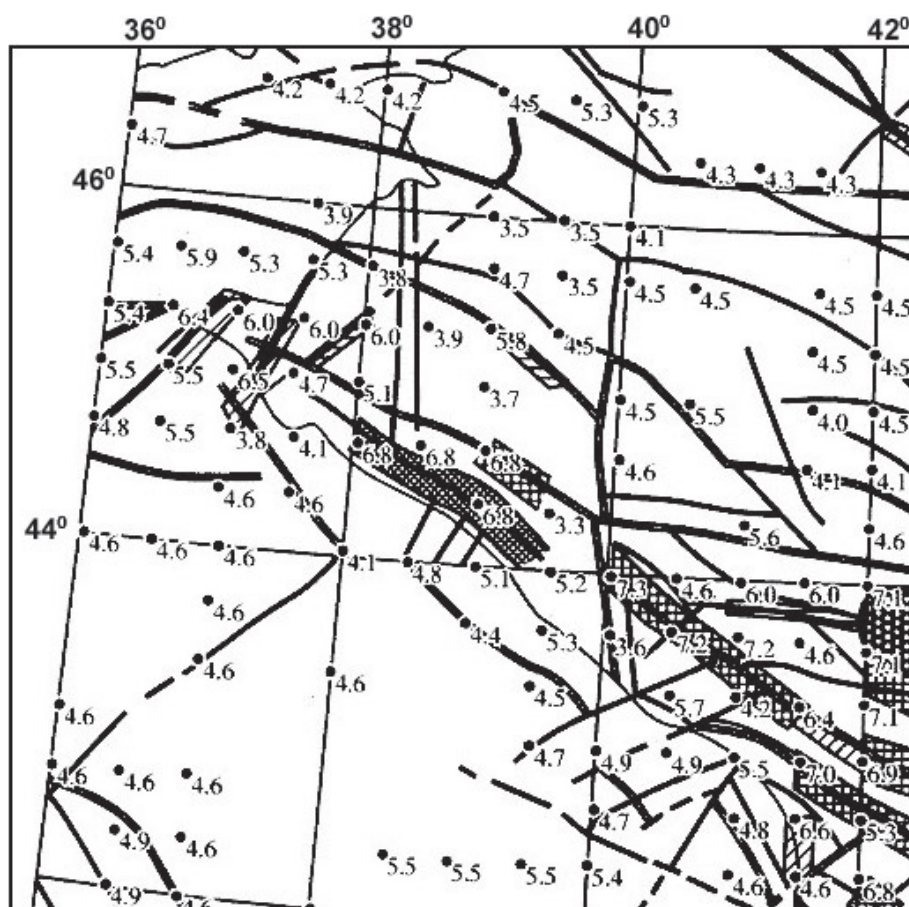


Рис. 1. Карта Ммакс для Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. Для ориентировки показана береговая линия Черного и Азовского морей. Жирные точки — северо-западные углы элементарных ячеек, для которых цифрами указана прогнозируемая магнитуда землетрясений (в десятых долях магнитуды). Заштрихованы выделенные ПОЗ с указанием их Ммакс.

ния, зарегистрированную во всей совокупности ячеек, принадлежащих определенному типу коры. Для картирования ПОЗ выявленные оценки Ммакс были привязаны к конкретным активным на альпийском, новейшем и современном этапах тектоническим структурам. Распределение ПОЗ на территории Северо-Западного Кавказа показывает высокую степень дифференцированности сейсмических проявлений в регионе.

Применение широко используемого в развитых странах палеосейсмогеологического метода выявления очагов неизвестных древних землетрясений и времени их возникновения дало возможность проверить степень достоверности выявленных ПОЗ и оценить сейсмический режим подвижной системы в течение всего голоцена и позднего плейстоцена. Охарактеризованные по историческому принципу сейсмогенерирующие структуры региона можно сравнить с точки зре-

ния сеймотектонических условий возникновения коровых землетрясений с сеймотектоническими объектами в других сейсмоопасных регионах Кавказа и России в целом.

В основу палеосейсмогеологического метода положены факты обнаружения в эпицентральных зонах современных землетрясений, наряду с новообразованными нарушениями рельефа, многочисленных следов древних сейсмических катастроф (палеосейсмодислокаций). В процессе палеосейсмогеологических исследований геологическими методами изучаются достоверные геологические следы древних землетрясений. Такими являются зафиксированные в разрезе молодых отложений разрывы, связанные с сейсмическими подвижками, сейсмогенные оползни, обвалы и другие нарушения рельефа, сопровождающие сильные сейсмические толчки. Масштаб выявляемых сейсмических нарушений и площадь распространения поз-

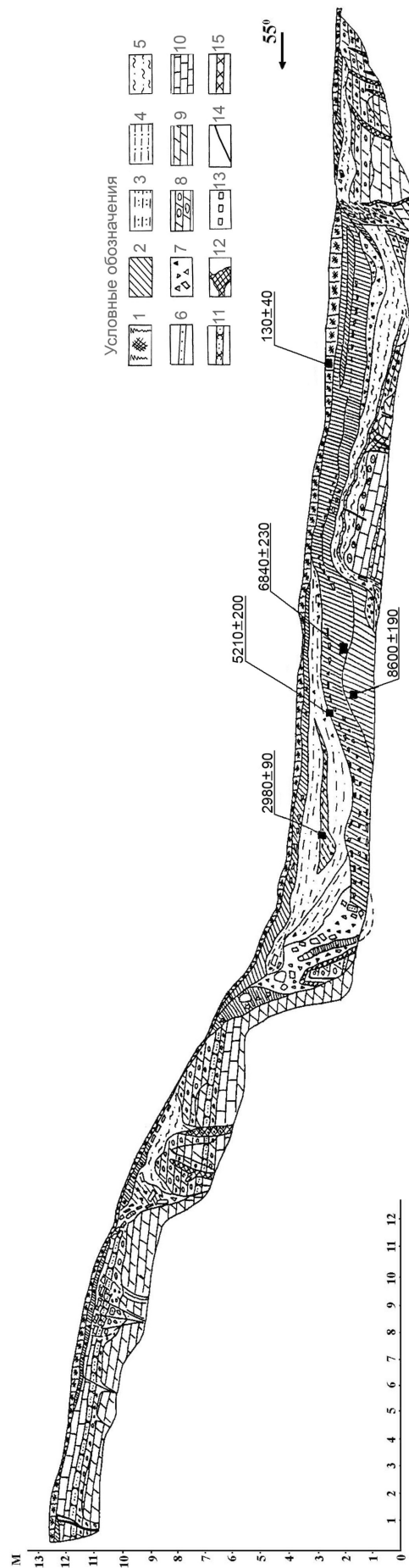


Рис. 2. Разрез микрограбена, развитого в зоне Берегового разлома, изученный в юго-восточной стенке траншеи. Черные квадратики — места отбора образцов для определения радиоуглеродного датирования и их радиоуглеродный возраст. Условные обозначения: 1 — современная почва; 2 — разные горизонты погребенных палеопочв; 3–7 — четвертичные отложения; 3 — делювиальные супеси, 4 — делювиальные суглинки, 5 — элювиальные глины, 6 — прослой песков, 7 — обломочные горизонты; 8–11 — коренные отложения верхнего мела; 8 — выветрелые скорлуповатые мергели, 9 — мергели, 10 — известняки, 11 — песчаники; 12 — зоны милонитизации и других приразломных изменений пород; 13 — фрагменты слоев или будинированные слои; 14 — отдельные трещины и небольшие разрывы; 15 — кальцитовые жилы

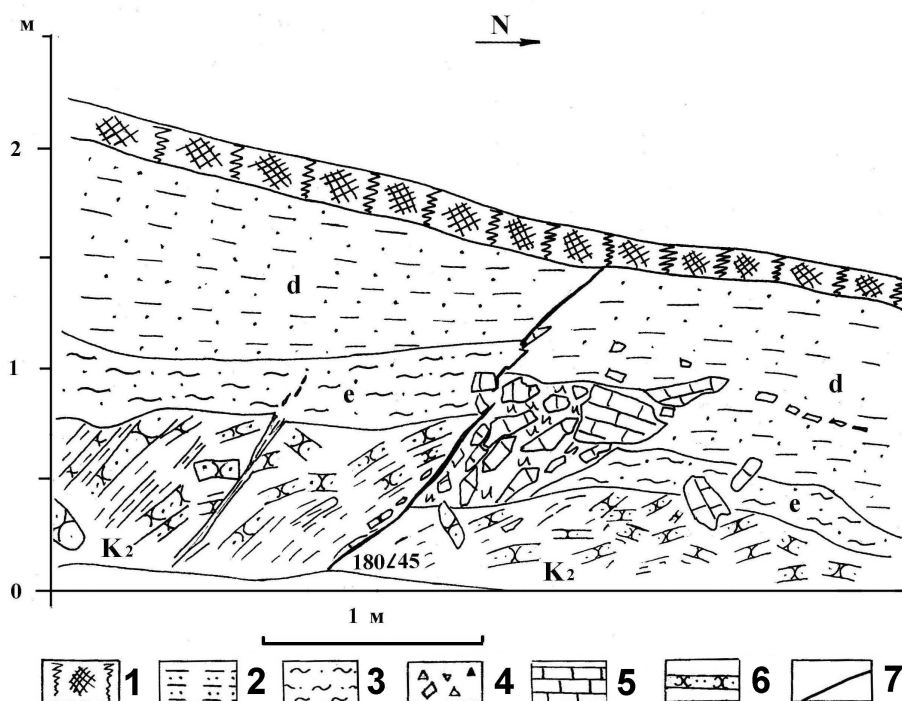


Рис. 3. Зарисовка западной стенки траншеи, пройденной вкост простираения Кузнецовского активного разлома (центральная часть региона). В средней части зарисовки хорошо виден колювиальный клин, выполненный обломками известняков.

Условные обозначения: 1 — современная почва; 2 — делювиальные супеси; 3 — элювиальные глины; 4 — обломочные горизонты; 5 — известняки; 6 — песчаники; 7 — разрывы.

воляют определять силу породивших их сейсмических событий и обосновывать механизм очагов палеоземлетрясений. Определение радиоуглеродного возраста палеопочв или других органических остатков, захороненных во время катастрофических локальных изменений земной поверхности, дает возможность устанавливать период повторяемости крупных землетрясений для определенного региона.

Палеосейсмогеологические исследования, проведенные на Северо-Западном Кавказе, показали, что в пределах выделенных ПОЗ в зонах ряда геологически активных разломов в прошлом имели место сильные землетрясения, оставившие на поверхности ярко выраженные сейсмодислокации как первичного (сейсмические разрывы), так и вторичного типа (сейсмогенные оползни) [3]. Работы проведены на всех отрезках Северо-Западного Кавказа. В настоящей статье демонстрируются результаты «тренинга» на центральном (Горячий Ключ – Джубга) пересечении горного сооружения (рис. 2, 3).

В результате проведенных палеосейсмогеологических исследований без пропусков

были изучены все активные геологические разломы — потенциальные сейсмогенерирующие структуры, а также произведена их разбраковка на предмет проявлений сейсмической активности. Изучение палеосейсмодислокаций в траншеях позволило оценить возраст древних землетрясений. Период повторяемости таких сейсмических событий на Северо-Западном Кавказе составляет примерно 1300–1500 лет.

Сведения о землетрясениях инструментального и исторического периодов с $M = 4,0-6,5$ из имеющегося сейсмологического каталога положены в основу построения графика повторяемости с наклоном $-0,97$ и коэффициентом корреляции $R = 0,973$ [2]. Добавление к исходным сейсмологическим данным палеосейсмогеологических материалов о неизвестных сильных землетрясениях прошлого, позволило рассчитать общий график (рис. 4). Его наклон уменьшился до $-0,94$, что несколько увеличивает повторяемость сильных землетрясений по сравнению с получаемой в результате экстраполяции в область больших магнитуд предыдущего графика. Явно улучшается при этом и общая

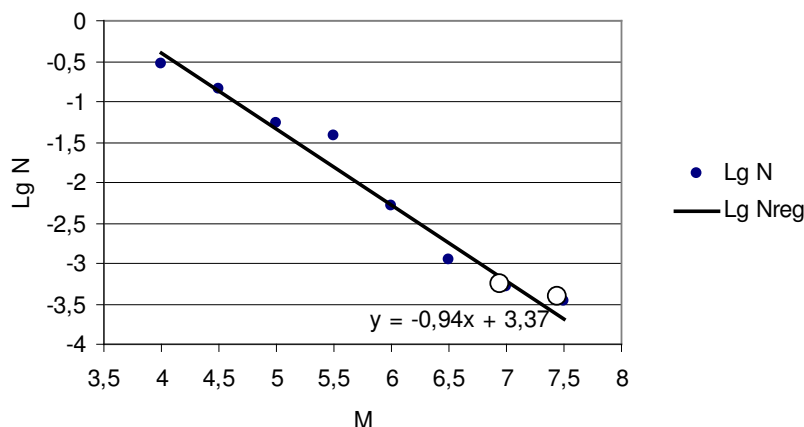


Рис. 4. График повторяемости землетрясений на Северо-Западном Кавказе. $\lg N$ — логарифм числа землетрясений определенной магнитуды в год по инструментальным и историческим данным (точки), кружочки — то же по палеосейсмогеологическим данным, $\lg N_{reg}$ — линия графика

согласованность между магнитудами землетрясений M и частотой их повторения, о чем свидетельствует увеличение R до 0,986. Общий график повторяемости землетрясений, построенный для Северо-Западного Кавказа по инструментальным наблюдениям и собранным палеосейсмогеологическим данным, имеет прямолинейный характер, свидетельствуя о хорошем соответствии этих материалов. По-видимому, это может означать, что сейсмический режим на последнем, позднечетвертичном этапе геологической истории оставался практически неизменным.

Скорость вертикальных геологических, криповых смещений по разломам, установленная на основании радиоуглеродных датировок современных почв, в среднем составляет 1,5–2,0 мм/год. Средняя скорость горизонтальных смещений, измеренная в Новороссийской зоне разломов, составляет 3 мм/год.

Заключение

Таким образом получаемые традиционными методами характеристики источни-

ков сейсмических воздействий удалось существенно уточнить путем применения методики выделения ПОЗ. Выявление на этой базе основных черт сейсмической истории сейсмогенерирующих структур может послужить основой для принципиально нового подхода к оценке сейсмической опасности региона.

Литература

1. Рейснер Г.И., Иогансон Л.И. Сейсмический потенциал Западной России, других стран СНГ и Балтии // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. М.: ОИФЗ РАН. 1993 С. 186–195.
2. Рогожин Е.А., Захарова А.И. Землетрясения голоцена и долговременный сейсмический режим Северо-Западного Кавказа // Вестник Отделения наук о Земле РАН: Электронный научно-инф. журнал 2002. № 1(20). URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/scpub-12.pdf.
3. Рогожин Е.А., Овсяченко А.Н. Сейсмическая и геологическая активность тектонических нарушений Северо-Западного Кавказа // Физика Земли. 2005. № 6. С. 29–42.

Ключевые слова: землетрясения, Кавказ, палеосейсмогеологические исследования, сейсмические зонирования, максимальные магнитуда.