



## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ЛОКАЛЬНАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г.ОДЕССЫ)

**Черкез Е. А.**, профессор, д. геол.-мин. н.,  
*профессор кафедры инженерной геологии и гидрогеологии*  
**Козлова Т. В.** доцент, к. геол.-мин. н.,  
*заведующий кафедры инженерной геологии и гидрогеологии*  
*Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова*

**Введение.** Геологическая среда (геосреда) городов как динамическая подсистема включает в себя множество взаимосвязанных элементов, таких как почвы, горные породы, подземные воды и др. В их взаимодействии проявляется широкий спектр инженерно-геологических (инженерно-геодинамических) процессов, оказывающих определяющее влияние на принятие решений по строительству, реконструкции, разработке схем, обосновании инвестиций и т.д. Современный город представляет собой сложную открытую систему, которая не может функционировать без полного объема информации о свойствах геологической среды и закономерностях ее пространственно-временной изменчивости.

Среди многих крупных городов существуют однотипные инженерно-геологические проблемы, к которым, прежде всего, относятся прогноз места и оценка интенсивности землетрясений на поверхности Земли. Многочисленные наблюдения показали, что на сейсмическую интенсивность (СИ) конкретных территорий большое влияние оказывают местные инженерно-геологические условия.

Большинство инженерно-геологических факторов (состав горных пород, характер рельефа, наличие либо отсутствие тектонических нарушений, особенности их пространственного расположения и т.д.), от которых зависит СИ территории, изменяется чрезвычайно медленно, с точки зрения анализа сейсмической опасности. Вместе с тем, известно, что существуют и быстро изменяющиеся природные и техногенные факторы. К таким факторам, прежде всего, относятся глубина залегания уровня грунтовых вод (УГВ) и изменение напряженно-деформированного состояния (НДС) массива пород самых верхних слоёв земной коры на данной территории. В научной литературе и в существующих нормативных документах недостаточно внимания уделяется как раз тому обстоятельству, что эти факторы по частоте активизации соизмеримы с характерной повторяемостью землетрясений. На практике эти «быстрые» факторы учитываются, как правило, с помощью некоторых усредненных «многолетних»



характеристик, как при оценке возможного приращения СИ, так и при построении карт сейсмического микрорайонирования. Однако очевидно, что роль быстро изменяющегося фактора может быть совершенно различной, в зависимости от того, в какой момент времени он воздействует на геологическую среду, испытывающую сейсмическое воздействие квазипериодически (*Шмуратко В. И., Козлова Т. В., Черкез Е. А., 2009, 2010*).

*Цель данного исследования* — показать, что учёт пространственно-временной изменчивости УГВ принципиально важен при оценке приращения сейсмической интенсивности и требует нового подхода к сейсмическому микрорайонированию территории г. Одесса в условиях повышения сейсмической активности в течение последних десятилетий.

**Материалы и методы исследований.** Четвертичный водоносный горизонт на территории Одессы распространен в лёссовой толще, представленной переслаиванием погребённых почв и лёссовидных суглинков. Мониторинг грунтовых вод ведётся, в основном, с 1970 года и обеспечивается сетью наблюдательных скважин, контролируемых Управлением инженерной защиты территории г. Одессы. Используются наблюдения среднемесячного высотного положения УГВ в 1972-2017 гг. по наблюдательным скважинам, расположенным на территории площадью 25,8 км<sup>2</sup>, северную треть которой занимает исторический центр города, а оставшуюся южную часть — малоэтажная застройка 1950-60-х годов и кварталы многоэтажных зданий второй половины 20-го века.

Методика интегральной оценки межгодовой динамики УГВ (далее — методика интегральной оценки) состоит в следующем (*Черкез Е.А., Шмуратко В.И., 2012*). По данным наблюдательных скважин гидрогеологического мониторинга строится карта гидроизогипс четвертичного водоносного горизонта для заданного временного среза. Затем на основе этой карты вычисляется объём обводненной лёссовой толщи (V) между зеркалом грунтовых вод и некоторой горизонтальной поверхностью выше кровли водоупорных пород. В качестве горизонтальной принята поверхность с абсолютной отметкой +46 м, поскольку при таком выборе в пределах всего интервала наблюдений площадь обводненных пород в пределах участка не изменяется, а объём обводненной толщи не уменьшается до нуля. Построение карт гидроизогипс и вычисление объёма обводненной лёссовой толщи выполнялись для каждого месяца на интервале с 1972 по 2017 гг. По этим данным построен график изменения параметра V во времени, который дает представление об интегральном характере межгодового и внутригодового изменения УГВ на изучаемой территории.



**Результаты исследования.** Анализ данных, полученных методом интегральной оценки показал, что объем обводненной толщи лессовидных суглинков на территории города (и, следовательно, УГВ) испытывает закономерное квазипериодическое изменение. Существует два характерных периода этих изменений. Один из них равен году, а второй соответствует продолжительности цикла солнечной активности (далее условно будем называть этот цикл 11-летним). В годовом цикле в среднем для изученной территории максимально высокое положение УГВ наблюдается в мае, а максимально низкое — в октябре. Что касается 11-летнего цикла, то максимально высоко УГВ располагается в те годы, когда с наибольшей скоростью возрастает солнечная активность. Обычно это происходит через 1-3 года после очередного минимума солнечной активности (т.е. после начала очередного солнечного цикла).

Известно, что повышение УГВ, при прочих равных условиях, в общем случае вызывает приращение СИ на данной территории. Отсюда следует, что в контексте оценки СИ наиболее опасными для территории Одессы являются годы максимальной скорости роста солнечной активности в 11-летнем цикле, поскольку в это время достигает максимума УГВ, и, как результат, максимальным оказывается приращение СИ. При прочих равных условиях (например, при одинаковой магнитуде землетрясения), приращение СИ будет зависеть от того, с какой фазой 11-летнего цикла солнечной активности данное землетрясение совпадает. Наиболее неблагоприятные условия на территории Одессы возникают во время восходящих ветвей циклов солнечной активности (когда быстро увеличивается количество пятен на Солнце); это происходит обычно через 1-3 года после начала очередного солнечного цикла. Менее опасны землетрясения зоны Вранча (той же магнитуды), совпадающие с нисходящей ветвью солнечного цикла или с минимумом солнечной активности.

**Выводы.** В связи с увеличением объемов строительства, в том числе и ростом количества возводимых высотных зданий, назрела проблема обеспечения безопасности создаваемых инфраструктур. Внедрение сейсмостойкого строительства с учетом выявленных законов многолетнего режима УГВ данной территории один из путей повышения надежности сооружений и безопасности населения г. Одессы.