

УДК 550.34

А. В. Кендзера¹, канд. физ.-мат. наук, зам. директора по научн. работе**В. К. Егупов**¹, инженер**К. В. Егупов**², доктор техн. наук, профессор¹Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,
пр. Палладина 32, Киев 03680, Украина²Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
ул. Дидрихсона, 4, Одесса, 65029, Украина

МОНИТОРИНГ СЕЙСМИЧНОСТИ ЮГО-ЗАПАДНЫХ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНЫ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Высокий уровень потенциальной сейсмической опасности в южных областях Украины требует государственной поддержки развития на этой территории достаточно густой сети сейсмологических и инженерно-сейсмологических наблюдений. Полученные результаты сейсмического микрорайонирования дают более точную картину сейсмологической ситуации в Одесской области и городе Одессе. Дальнейшее развитие наблюдательной сети необходимо для решения проблемы относительно дешевой, но высокоэффективной, сейсмической защиты населения, экологически опасных и экономически важных объектов.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмическая сеть, сейсмическое микрорайонирование, расчетные акселерограммы

ВСТУПЛЕНИЕ

Актуальность. Мониторинг сейсмичности юго-западных областей Украины и сопредельных территорий необходим для решения важных фундаментальных задач изучения геодинамики, тектоники, сейсмической опасности населенных пунктов, зданий, сооружений, экологически- и техногенно-опасных объектов, а также для решения прикладных задач по обеспечению безопасности населения и экономики страны методами сейсмостойкого проектирования и строительства.

Проблема. Сейсмическая опасность территории Украины определяется особенностью ее географического положения. Юго-восточные области страны расположены вблизи мощного сейсмоактивного пояса планеты, который образовался в результате коллизии (от лат. *collisio* – столкновение) Африканской, Индийской и Евразийской материковых плит. Большинство возникающей в поясе упругой энергии реализуются в виде землетрясений разной интенсивности в нем самом. Но значительная ее часть передается в геологические структуры относительно спокойных платформ, в которых могут возникать опасные местные землетрясения. До 70-тых годов 20-го века считалось, что на большей части территории Украины, расположенной на стабильной древней Восточноевропейской тектонической платформе, не могут происходить значительные по величине сейсмические события. Теперь уже известно, что катастрофические землетрясения происходили на всех древних тектонических платформах мира, хотя и намного реже, чем в сейсмоактивных поясах. Сильные внутриплитовые землетрясения могут привести к большим социальным и экономическим потерям, из-за неподготовленности домов и сооружений к их воздействиям.

Цель. Проанализировать результаты осуществляемого мониторинга сейсмичности юго-западных областей Украины и сопредельных территорий, представить вновь полученные материалы, определить пути дальнейшего развития наблюдательной сети сейсмологических и инженерно-сейсмологических станций как важнейших составляющих мониторинга сейсмичности, предоставляющих надежные эмпирические материалы для решения не только задач сейсмической защиты, но и важных фундаментальных задач геодинамики и тектоники,

ИЗУЧЕННОСТЬ, МАТЕРИАЛЫ

За последние годы ощутимые землетрясения наблюдались: вблизи Тернополя – 3.01.2002 г. с $M = 3,2$; в Луганской области вблизи с.Ново-Дарьевка – 11.05.2004 г. с $M = 3,2$ и 19.04.2006 г. с $M = 3,0$; в Житомирской области – в 12.03.2006 г. с $M = 3,6$. Землетрясение из $M = 2,9$ состоялось вблизи г. Купянск Харьковской области 22.11.2009 г. Отметим, что самым сильным в восточной части Украины до последнего времени считалось историческое землетрясение 1913 г. с эпицентром вблизи м. Купянск с магнитудой $M = 3,5$ и глубиной очага 8 км, при котором локальная интенсивность сейсмических сотрясений в эпицентральной зоне достигала 5-6 баллов по шкале MSK-64.

В районе Кривого Рога, известно несколько местных землетрясений. Существуют исторические сведения о семибальном землетрясении 1873 на севере Кировоградской области. Кроме этого, в зоне, ограниченной Западно-Ингулецким и Криворожско-Кременчугским разломами, 27.01.2006 года произошло землетрясение с $M = 2,5$. В районе Криворожского разлома – 25.12.2007 г. состоялся более мощное землетрясение с $M = 3,6$. 12.06.2010 года вблизи Кривого Рога произошло землетрясение с $M = 2,8$, которое, в отличие от других, имело техногенный (провальный) характер. 14.01.2011 года (местное время 07 г. 03 мин.) в этом районе имел место еще одно тектоническое землетрясение с $M = 3,9$. Это землетрясение было зарегистрировано всеми украинскими станциями и станциями соседних стран, что отражено на сайтах зарубежных сейсмологических центров ISC; EMSC-CSEM; NEIS.

24.06.2013 г. вблизи г. Кривой рог состоялось местное землетрясение зарегистрированное всеми украинскими сейсмическими станциями и более чем сотней сейсмической станцией Средиземноморско-Европейской и глобальной сейсмических сетей. Его магнитуда оценена как $M=4,7$.

Землетрясение произошло в 00 час. 16 мин. по местному времени. Согласно полученным от населения сообщениям оно ощущалось людьми лишь на высоких этажах, что согласно макросейсмической шкале MSK-64 и ДСТУ-Б-В.1.1-28: 2010 «Шкала сейсмической интенсивности» соответствует интенсивности сейсмических сотрясений 3-4 балла на грунтах 2-й категории по сейсмическим свойствам. По данным украинских станций и станций Европейской-Средиземноморской сети экспресс оценка глубины очага – около 2 км. Однако погрешность ее определения, из-за отсутствия сети близких станций, является значительной, что позволяет, например, российским сейсмологам оценивать ее как 10÷15 км. Относительно небольшая интенсивность сейсмических сотрясений при такой значительной магнитуде косвенно свидетельствует, скорее, о правильности второй оценки. Положение очага землетрясения будет уточняться методами макросейсмического обследования его проявлений и последствий.

Местные землетрясения неоднократно наблюдались вблизи Одессы.

На рис. 1 представлена карта эпицентров землетрясений, состоявшихся в районе Одессы и прилегающих областях за 1000 летний период. Отметим, что слабая местная сейсмичность в этом районе плохо изучена инструментальными методами из-за отсутствия в нем достаточно густой сети стационарных сейсмических станций.

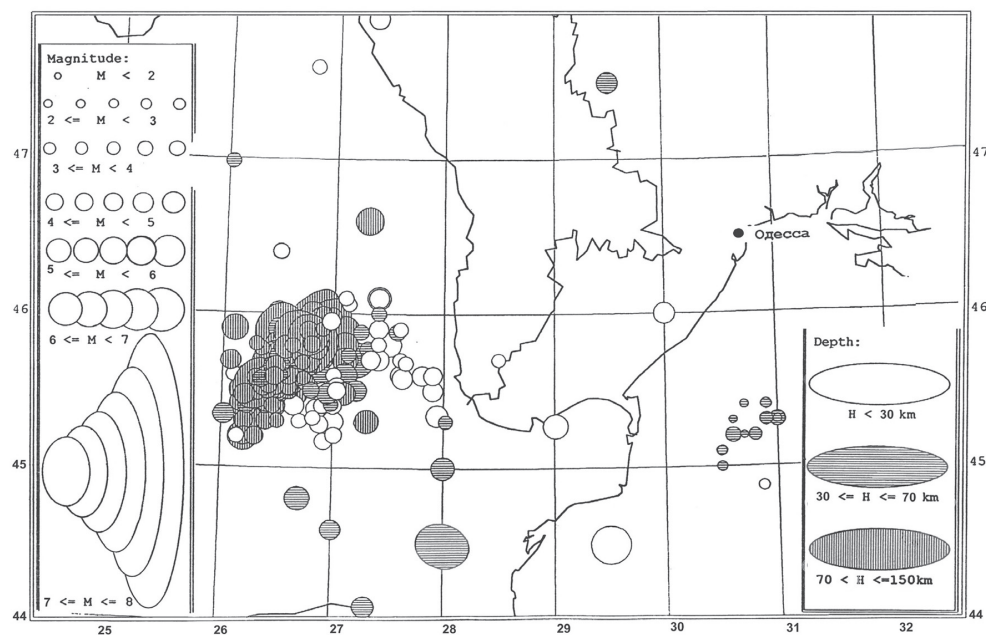


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений Одесской области и прилегающих районов [4].

В историческое время по опубликованным данным вблизи Одессы известны случаи проявления местных землетрясений. Например, в работе [1] приводится упоминание о землетрясении 9 июля 1857 г. с интенсивностью $I=5$ баллов, которое проявилось как «...местный короткий толчок с гулом». Еще одно землетрясение с $M=4.7$ произошло в 1864 г. на расстоянии $D=50$ км от Одессы [1].

Сейсмически опасными для жилья и промышленных сооружений в г. Одессе и на территории области являются:

1. Активные структуры сочленения Южных и Восточных Карпат (сейсмоактивная зона Вранча). В этом сейсмически локализованном районе часто происходят землетрясения с наблюдаемыми магнитудами в диапазоне $M=6\div 7.5$. При значительной глубине очагов, порядка $100\div 150$ км, эти землетрясения, вследствие малого затухания энергии с расстоянием, вызывают ощутимые населением сотрясения на огромной территории. Расчетное прогнозное значение магнитуды для зоны Вранча $M_{max}=8,0\pm 0,3$. Зона характеризуется также подкоровой глубиной очагов землетрясений: 75% всех событий с $M\geq 4$ в зоне происходит на глубинах $H=100\div 170$ км. Только за последние 200 лет город Одесса 7 раз подвергался воздействию сильных подкорových землетрясений зоны Вранча с интенсивностью $I=6$ баллов и дважды: в 1802 и 1940 гг. – с $I=7$ баллов [2,3].

В Таблице 1 приведен список сильных землетрясений Карпатской дуги гор Вранча и интенсивности их проявлений в крупных городах Молдовы, Украины и России [5].

Таблица 1

Разрушительные землетрясения Румынских Карпат (зоны Вранча)

Дата возникновения землетрясения	Магнитуда	Интенсивность в эпицентре, баллы	Интенсивность землетрясения в городах, баллы					
			Кишинев	Львов	Черновцы	Одесса	Киев	Москва
26.10.1802	7,5	9-10	7	4	7	7	5	3
26.11.1829	6,5	8	7		6	6	4-5	-
23.01.1838	7,0	9	7	4-5	6	6	4-5	-
6.10.1908	6,75	8	6	5	6	6	5	-
10.11.1940	7,3	9	7-8	5	6	7	5	4
4.03.1977	7,2	9	6-7	4	5-6	5-6	4-5	3
30.08.1986	7,0	8-9	6	4	5	5	4	-
30.05.1990	6,7	8-9	6	4	5	5	4	3

2. Сейсмический район Добруджа, где по расчетам возможны землетрясения с магнитудами M_{max} до 7.0. За исторические времена здесь известно несколько землетрясений с магнитудой $M=3.5, 7.0$ с интенсивностью в эпицентре $I \approx 5$ баллов [6,13].

3. Местная сейсмичность, связанная с тектоническими нарушениями в фундаменте Восточно-Европейской платформы и разрывными нарушениями области шельфа и континентального склона западной части Черного моря.

О потенциально высокой сейсмичности структур шельфа свидетельствуют сейсмические события, зарегистрированные в период 1961-1996 г.г. сетью высокочувствительных станций Крыма. Только в 1992 г. здесь произошло 12 землетрясений в диапазоне магнитуд $M=2,3.8$ с глубинами очагов $H \gg 10$ км [5].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для исследования уровня сейсмической опасности Одесского региона в корпусе ГС Одесской академии строительства и архитектуры была создана первая в городе Одессе сейсмостанция «Одесса-город». До этого вблизи города наблюдения вели только сейсмические станции «Степановка» и «Остров Змеиный». Последняя станция работала только эпизодически, вследствие объективных трудностей с ее эксплуатацией на удаленном острове.

С момента начала работы сейсмостанции «Одесса-город» было зафиксировано более 100 сейсмических событий, в том числе 8 землетрясений с магнитудой $4,5 \div 5,3$ [7].

На рис. 2 приведена вертикальная составляющая записи подкорового землетрясения из зоны Вранча, зарегистрированного сейсмической станцией «Одесса-город» 2.03.2013 г. [8].

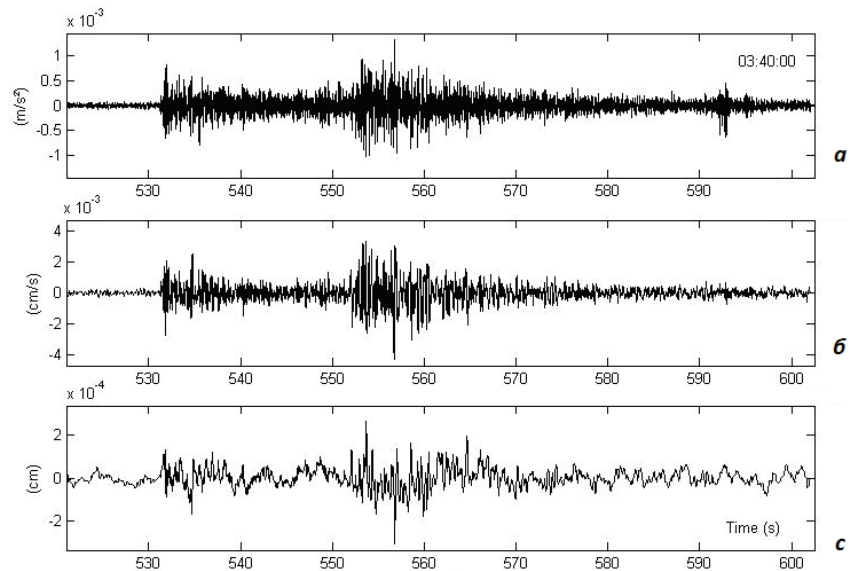


Рис. 2. Вертикальная составляющая записи землетрясения 2.03.2013 г. из зоны Вранча, зарегистрированного сейсмической станцией «Одесса-город»: а – ускорение, б – скорость, в – смещение.

На рис. 3. Показаны грунтовые условия расположения сейсмостанции «Одесса-город» в подвале корпуса ГС Одесской академии строительства и архитектуры.

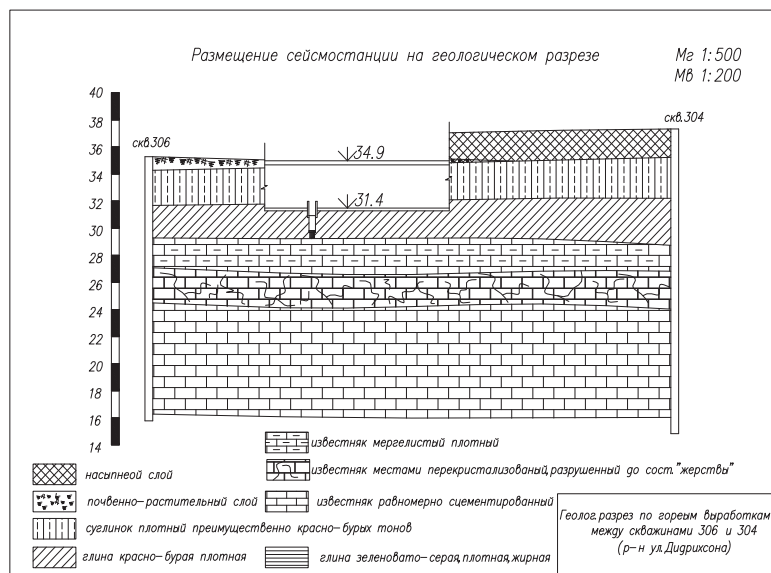


Рис. 3. Схема расположения сейсмостанции в подвале корпуса ГС Одесской академии строительства и архитектуры

Видно, что сейсмические датчики станции расположены на относительно твердых грунтах, которые можно отнести, согласно Таблицы 1.1. ДБН В.1.1-12:2006 [9], к грунтам второй категории по сейсмическим свойствам

Представленная на рис. 3 информация используется при определении относительного увеличения (уменьшения) параметров сейсмических воздействий на строительных и эксплуатационных площадках города с другими типами грунтовых условий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

За время работы сейсмической станции «Одесса-город» с ее помощью удалось зарегистрировать ряд неощутимых для населения землетрясений из наиболее опасных для города Одессы и Одесской области землетрясений из зоны Вранча и местных очаговых зон. Их перечень, с указанием параметров очагов, представлен в Таблице 2.

Таблица 2

Перечень сейсмических событий с магнитудой 4-5,3.

Дата	Координаты эпицентра, градусы				Глубина	Магнитуда	Регион
	Широта	Долгота	Склонение	Азимут			
2013-06-20 00:22:55.0	45.58	N	26.70	E	114	4.1	Румыния
2013-05-10 19:46:06.0	45.70	N	26.61	E	133	4.0	Румыния
2013-05-02 09:51:42.0	45.56	N	26.60	E	133	4.0	Румыния
2013-03-16 00:34:18.0	46.20	N	27.04	E	15	4.2	Румыния
2013-03-06 01:10:11.0	45.48	N	26.26	E	124	4.2	Румыния
2013-03-02 03:38:20.0	45.03	N	29.30	E	8	4.1	Украина-Румыния, вблизи границы
2012-12-01 20:52:07.0	45.75	N	26.76	E	78	4.6	Румыния
2012-10-01 17:26:17.0	45.74	N	26.67	E	82	4.2	Румыния
2012-09-09 19:53:40.0	45.67	N	26.49	E	148	4.0	Румыния
2012-08-31 20:22:06.0	45.51	N	26.34	E	127	4.1	Румыния
2012-07-12 02:20:23.0	45.70	N	26.55	E	114	4.3	Румыния
2012-07-06 22:48:00.0	45.68	N	26.67	E	113	4.5	Румыния
2012-05-05 17:07:17.0	45.68	N	26.53	E	119	4.0	Румыния
2012-04-26 14:32:40.0	45.57	N	26.52	E	126	4.0	Румыния
2012-01-19 18:05:55.0	45.54	N	26.45	E	117	4.0	Румыния
2012-01-10 18:25:45.0	45.49	N	26.29	E	140	4.4	Румыния

Продолжение таблицы 2

Дата	Координаты эпицентра, градусы				Глубина	Магнитуда	Регион
	Широта	Долгота	Широта	Долгота			
2011-10-24 06:19:41.0	45.59	N	26.42	E	142	4.0	Румыния
2011-10-04 02:40:46.0	45.58	N	26.53	E	150	4.8	Румыния
2011-09-08 13:50:32.0	45.65	N	26.57	E	114	4.2	Румыния
2011-06-14 10:48:49.0	45.68	N	26.56	E	146	4.0	Румыния
2011-06-14 10:48:49.0	45.68	N	26.56	E	146	4.0	Румыния
2011-05-01 02:24:15.0	45.60	N	26.58	E	150	4.7	Румыния
2011-04-17 11:41:04.0	45.62	N	26.42	E	120	4.0	Румыния
2011-02-04 23:25:16.0	45.73	N	26.76	E	110	4.0	Румыния
2010-09-30 05:31:22.4	45.50	N	26.31	E	135	4.5	Румыния
2010-06-08 15:16:10.3	45.57	N	26.42	E	110	4.5	Румыния
2009-12-26 23:04:39.0	45.73	N	26.70	E	107	4.3	Румыния
2009-12-06 20:15:43.1	45.42	N	27.03	E	15	4.3	Румыния
2009-07-24 20:27:10.0	45.70	N	26.56	E	133	4.0	Румыния
2009-05-27 03:12:50.9	45.68	N	26.52	E	142	4.4	Румыния
2009-05-12 01:15:13.2	45.55	N	26.40	E	118	4.4	Румыния
2009-04-25 17:18:48.1	45.70	N	26.63	E	96	5.3	Румыния
2009-03-02 04:15:01.9	45.81	N	27.98	E	31	4.0	Румыния
2008-12-17 07:37:49.8	45.66	N	26.51	E	91	4.3	Румыния
2008-10-02 14:04:49.1	45.65	N	26.48	E	132	4.0	Румыния
2008-09-06 19:48:02.0	45.79	N	26.53	E	25	4.6	Румыния
2008-07-04 23:19:25.7	45.55	N	26.64	E	146	4.2	Румыния
2008-05-31 04:32:44.0	45.67	N	26.57	E	133	4.0	Румыния
2008-05-07 08:00:21.2	45.36	N	30.88	E	10	5.0	Румыния
2008-02-11 03:31:30.8	45.61	N	26.63	E	100	4.2	Румыния
2008-01-30 13:09:30.9	45.59	N	26.45	E	124	4.1	Румыния

При уточнении сейсмической опасности, инженеров-проектировщиков и строителей интересует вопрос поведения зданий и сооружений при колебаниях грунта во время землетрясений, вследствие которых здания или сооружения могут получить повреждения.

Выполняя расчет здания или сооружения на сейсмические воздействия, необходимо учитывать ряд важнейших характеристик землетрясения, таких как скорость распространения сейсмической волны, пространственный характер воздействия, его ориентация в пространстве, волновой характер движения грунта, преобладающий период колебания грунта. Наиболее полную информацию о сейсмическом воздействии можно получить при использовании реальных или синтезированных акселерограмм землетрясений, полученных в ходе выполнения работ по сейсмическому микрорайонированию.

Сейсмическое микрорайонирование (СМР) представляет собой раздел инженерной сейсмологии, предметом которого является уточнение данных сейсмического районирования для конкретно застраиваемых территорий или участков, с целью учета влияния локальных грунтовых, гидрологических условий и рельефа. СМР широко вошло в практику инженерных изысканий в Украине, в связи с требованиями ДБН В.1.1.-12:2006 [9].

Основной целью исследований при СМР является получение количественной оценки расчетной сейсмичности в терминах сейсмической балльности и физических параметров прогнозируемых сейсмических воздействий, с учетом влияния локальных инженерно-геологических условий площадки проектируемого строительства.

Для объектов массового гражданского и промышленного строительства, к которым относится большинство проектируемых зданий Одессы и Одесского региона фоновая сейсмичность согласно п. 1.1.1 ДБН [9] должна приниматься с допустимым сейсмическим риском – 10% (период повторяемости 500 лет). Однако, при этом не учитывается влияние местных грунтовых условий. Инженерно-геологические, геоморфологические, гидрогеологические и геотектонические особенности строительной площадки могут иметь значительное влияние на величину местных сейсмических проявлений, что необходимо учитывать, согласно требований п.1.1.2 ДБН [9].

Массовое проведение работ по СМР строительных и эксплуатационных площадок в Одессе и области делает актуальным разработку методики и формирования базы инженерно-геологических и сейсмологических данных для региона.

Наиболее полную информацию о величине и характере колебаний грунта на исследуемом участке при потенциально возможных максимальных землетрясениях могут дать записи сильных землетрясений из опасных для площадки сейсмогенных зон, зарегистрированные непосредственно на ней. Однако, поскольку крупные землетрясения происходят редко, получить их записи за ограниченное время для геолого-геофизических исследований строительных площадок, как правило, не удастся. Поэтому, для моделирования расчетных сейсмических колебаний грунта на строительной площадке рассчитывались синтезированные расчетные акселерограммы.

Использовался полуэмпирический подход, базирующийся на использовании теоретических амплитудных спектров расчетных акселерограмм и их эмпирических фазовых спектров [10]. Спектральная плотность результирующего влияния рассчитывалась по региональным (для зоны Вранча) и среднемировым (для местных очаговых зон) зависимостям между положением характерных точек амплитудного

спектра ускорений, магнитудой расчетного землетрясения и эпицентрального расстоянием.

Влияние грунтовых условий на площадке учитывалось путем использования обобщенных теоретических частотных характеристик моделей геологической среды под площадкой.

Для каждой строительной площадки построено по 3 реализации трехкомпонентных расчетных акселерограмм, моделирующих прогнозируемые сейсмические колебания свободной поверхности грунта при землетрясениях из зоны Вранча и по 3 реализации – из местных очаговых зон. При их генерации использовались разные комбинации теоретических огибающих спектров расчетных акселерограмм, нормированных частотных характеристик среды и фазовых спектров, полученных по различным записям реальных землетрясений.

В ходе выполнения работ по микрорайонированию ДП «Сейсмобуд» и Институтом геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины было исследовано около 30 строительных площадок Одесского региона для уточнения расчетной сейсмичности. Полученные, в ходе исследований, трехкомпонентные расчетные акселерограммы, пример одной из них приведен на (рис. 4), представляют собой временные функции, моделирующие компоненты вектора ускорений в сейсмических движениях поверхности грунта на строительной площадке при землетрясениях, которые могут реализоваться на ней один раз в 500 лет. К практическому использованию предлагаются 2 типа расчетных акселерограмм, соответствующих землетрясениям из очаговой зоны Вранча и местных очаговых зон возможного возникновения землетрясений [10].

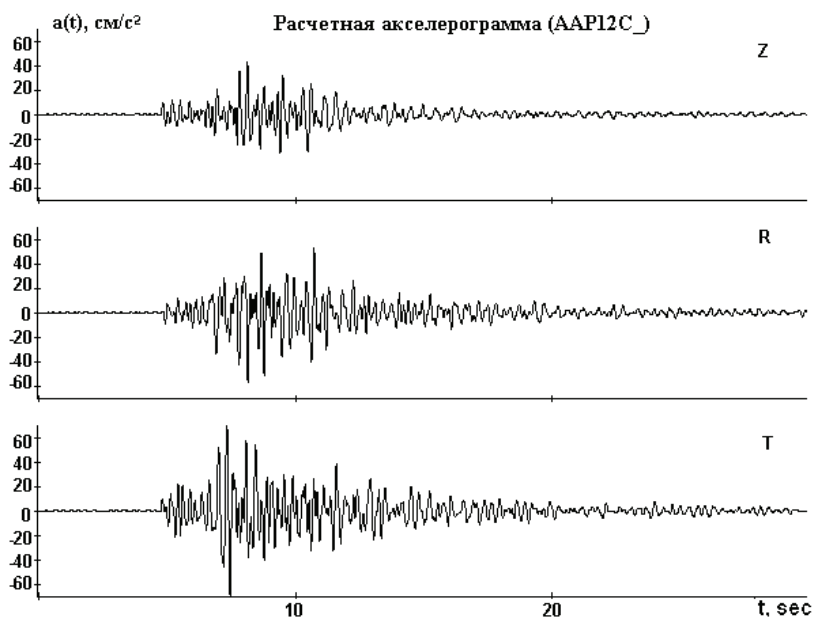


Рис. 4. Пример трехкомпонентной расчетной акселерограммы, моделирующей расчетное землетрясение из местной очаговой зоны на свободной поверхности грунта одной из площадок в г. Одессе.

На рис. 5 показано ориентацию в пространстве составляющих полного вектора сейсмических колебаний, показанных на рис. 4 : вертикальной – Z, «север-юг» – NS, «восток-запад» – EW, радиальной – R (направленной от строительной площадки на очаг) и тангенциальной – T (перпендикулярной к радиальной).

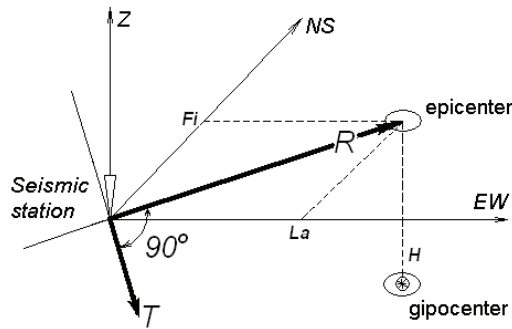


Рис. 5. Направления компонент полного вектора сейсмических колебаний.

На рис. 6 приведен пример спектров реакции единичных осцилляторов на T-составляющую расчетной акселерограммы показанной на рис. 4.

По спектрам реакции определялись преобладающие частоты колебаний осцилляторов с 5%-ым, или другим заданным, уровнем собственных затуханий. Под преобладающими частотами подразумеваются частоты колебаний, на которых спектры реакции имеют интенсивность, превышающую половину от своего максимального значения.

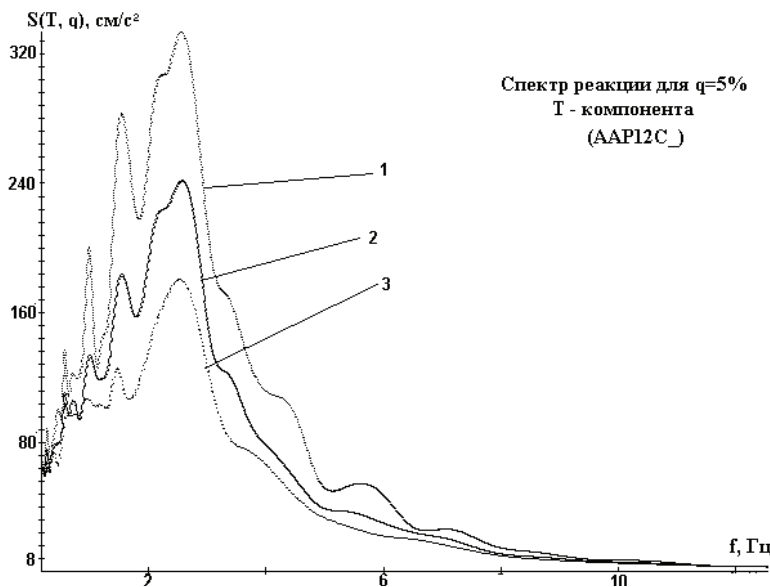


Рис. 6. Спектры реакции линейных единичных осцилляторов на акселерограмму показанную на рис. 4.

В ходе выполнения работ по СМР формируется база инженерно-геологической информации, основных параметров синтезированных акселерограмм (См. Таблицу 3). К набору акселерограмм прилагается пользовательская вычислительная программа для их визуализации и первичной обработки. Программа позволяет строить графики акселерограмм, подробно анализировать их отдельные участки, рассчитывать спектры, строить спектры реакции, графики повторяемости и длительности колебаний различной интенсивности [10].

Таблица 3

Пример основных параметров синтезированной трехкомпонентной расчетной акселерограммы показанной на рис. 4.

Компонента	Ускорение, а, см/с ²	Преобладающие частоты, Гц	Длительность колебаний	
			а>0,9а	а>0,9а
T	69.5	1.8- 5.6	0.4	2.5
R	57.0	1.6- 6.1	0.8	4.1
Z	43.1	1.9- 6.1	0.4	2.9

Составлена карта расположения исследуемых площадок г. Одессы и Одесского региона, выполнена их классификация по грунтовым условиям, получены данные, характеризующие частотные параметры, преобладающие периоды и амплитуды трехкомпонентных акселерограмм синтезированных для моделирования сейсмических колебаний при землетрясениях из зоны Вранча и из местных очаговых зон.

Адреса строительных площадок, на которых выполнены исследовательские работы по сейсмическому микрорайонированию, с указанием уточненной сейсмической опасности – I_{RN} , полученных приростов сейсмической балльности – ΔI_M и итоговых значений расчетной балльности I_R , приведены в Таблице 4.

Выше были приведены записи акселерограмм синтезированных для дневной (свободной) поверхности грунта, однако данные о колебаниях зданий при землетрясении свидетельствуют, что дополнительное давление на грунт от веса зданий и сооружений также значительно влияет на интенсивность сейсмических колебаний грунтов основания и на степень передачи сейсмических воздействий от грунтов к сооружению [11]. В связи с этим, в последнее время многие исследователи обращают внимание на необходимость учета влияния давления сооружений на величину максимальной амплитуды акселерограмм колебаний фундамента [12].

В настоящее время выполняются работы по созданию сейсмометрической станции, для оценки реакции реального здания (корпус ГС ОГАСА) на сейсмические воздействия с учетом грунтовых условий. Устанавливается оборудование для записи колебаний на свободной поверхности грунта, в подвальной части на развязанном от здания постаменте, на фундаменте, а также на втором и восьмом этажах. Сейсмометрическое оборудование будет записывать синхронизированные по времени колебания.

Дальнейшая обработка и анализ полученных материалов инструментальных наблюдений позволит количественно оценить влияние на характер наблюдаемых сейсмических колебаний, сначала, конкретного здания, а, в дальнейшем, также и других зданий и сооружений, изучить зависимость их параметров от положения точек наблюдения в геологической среде и в здании.

Таблиця 4

Перечень выполненных работ по сейсмическому микрорайонированию

№ п/п	Адрес строительной площадки	Расчетное значение балльности I_R для площадки
1	Затонского, Крымский бульв.	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.69 = 7.20$ балла.
2	ул. Бочарова, 35, 53	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.22 = 6.73$ балла
3	ул. Бочарова, 45а	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.33 = 6.84$ балла
4	ул. Приморская, 2 в с. Крыжановка	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.50 + 0.63 = 7.13$ бала
5	ул. Дерибасовская, 25	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.66 = 7.17$ бала
6	пер. Нечипоренко, 4	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.72 = 7.23$ бала
7	ул. Заславского, 9	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.10 = 6.61$ бала
8	спуск Ковалевского, 5, 5а	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.43 = 6.94$ бала
9	ул. Дюковская, 6	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.96 = 7.47$ бала
10	ул. Балковская, 139	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.31 = 6.82$ бала
11	ул. Бугаевская, 3/1, 3/2	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.83 = 7.34$ бала
11	ул. Бугаевская, 3	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.67 = 7.18$ бала
12	ул. Ген. Цветаева, 11	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.95 = 7.46$ бала
13	ул. Бреуса, 63	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.45 = 6.96$ бала
14	ул. Среднефонтанская, 30	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.81 = 7.32$ бала
15	ул. Армейская, 8б	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.40 = 6.91$ бала
16	ул. Маршала Малиновского	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.78 = 7.29$ бала
17	Французский бульвар, 60\1	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.31 = 6.82$ балла
18	пер. Ванний, 1	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.33 = 6.94$ бала
19	Фонтанская дорога, 165	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.31 = 6.82$ бала
20	Академика Вильямса, 44, 45	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.09 = 6.60$ бала
21	Академика Глушко, 17-а	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.93 = 7.44$ бала
22	ул. Левитана, 118б, д. 1	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.52 + 0.30 = 6.82$ бала
23	ул. Левитана, 118б д. 2	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.52 + 0.42 = 6.94$ бала
23	ул. Левитана, 118б, д. 3, 4	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.52 + 0.29 = 6.81$ бала
24	пгт. Хлебодарское, ул. Маяцкая дорога б/н	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.52 + 0.41 = 6.93$ бала
25	с. Мизикевича №1 (д. 3, 6, 7) №2 (д. 1, 2, 4, 5, 8)	$I_{R1} = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.03 = 6.54$ бала $I_{R2} = I_{RN} + \Delta I_M = 6.51 + 0.52 = 7.03$ бала

Откроется возможность совершенствования и развития методики построения расчетных акселерограмм максимальных прогнозируемых землетрясений не только для свободной поверхности площадки, но и для зданий и сооружений, с учетом мест их приложения.

ВЫВОДЫ

Негативные социальные последствия и убытки от природных катастроф, в том числе от землетрясений и сопровождающих их опасных вторичных явлений, можно существенно уменьшить при надлежащей технической и организационной подготовке к ним. Информацию о том, от чего следует защищаться, может предоставить только Государство, обеспечивая работу общегосударственной системы сейсмологического мониторинга, состоящей из ряда и локальных сетей сейсмических наблюдений.

Результаты проведения мониторинга сейсмичности юго-западных областей Украины и сопредельных территорий используются для решения важных фундаментальных задач изучения геодинамики, тектоники, сейсмической опасности населенных пунктов, зданий, сооружений, экологически- и техногенно-опасных объектов, а также для решения прикладных задач по обеспечению безопасности населения и экономики страны методами сейсмостойкого проектирования и строительства.

Учитывая высокий уровень потенциальной сейсмической опасности территории южных областей Украины, развитие в них достаточно густой сети сейсмологических и инженерно-сейсмологических станций является первоочередной задачей, необходимой для решения проблемы относительно дешевой, но высокоэффективной, сейсмической защиты населения, экологически опасных и экономически важных объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Евсеев С. В.* Интенсивность землетрясений Украины / С. В. Евсеев // Сейсмичность Украины. – К.: Наукова думка. – 1969. – С. 32-55.
2. *Сагалова Е. А.* К вопросу о сейсмическом районировании территории Буковины / Е. А. Сагалов // Сейсмичность Украины. – К.: Наук. думка, 1969. – С. 70–81.
3. *Никонов А. А.* Сильнейшее в восточной Европе Карпатское землетрясение 26 октября 1802 г.- новые материалы и оценки / А. А. Никонов // Доклады РАН, 1996. №1, т. 347, – С.99-102.
4. *Пустовитенко Б. Г.* Новые данные о сейсмической опасности г. Одесса и Одесской области / Б. Г. Пустовитенко, В. Е. Кульчицкий, А. А. Пустовитенко // Будівельні конструкції. Механіка ґрунтів, геотехніка, фундаментобудування. – 2004.-2. випуск 61. –С. 388-397.
5. *Сейсмологический бюллетень* Украины за 1992 г.– Изд. ИГ НАНУ, КЭС. Симферополь, 1995.
6. *Сейсмическая опасность* юго-западной части Украины / Б. Г. Пустовитенко, В. Е. Кульчицкий, Ю. М. Вольфман, А. А. Пустовитенко, О. Н. Сафронов // Будівельні конструкції, випуск 60.–2000.– С.114-119.
7. *Егупов К. В.* Инструментальные записи для оценки сейсмической опасности Одесского региона / Егупов К. В., Бондаренко А. С., Егупов В. К. / Вісник ОДАБА – Одеса 2013.- вип.49.- С.143-149.
8. *Отчет* по теме «Уточнение параметров сейсмической опасности площадки проектируемого строительства торгово-офисного центра по адресу: г. Одесса, ул. Балковская, 139 – угол ул. Средней – методом регистрации микросейсм; генерирование расчетных акселерограмм и определение спектров реакции», выполненный институтом геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины и ДП «Сейсмобуд», Одесса, 2008. – 79 с.
9. *Строительство* в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12: 2006. – Офіц. вид. К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006.- 92 с. – (Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины. Нормы)

10. Кендзера А. В. Реализация требований ДБН В.1.1-12:2006 относительно параметров сейсмических воздействий для сейсмостойкого проектирования в г. Одессе / А. В. Кендзера, С. Т. Вербицкий, Ю. Т. Вербицкий, О. Т. Вербицкая, В. К. Егупов, К. В. Егупов, С. П. Ковальчук, Р. И. Прокопец // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Будівельні конструкції». - К.:НДБК. - 2008. - вып.69. -С. 45-55
11. Тамразян А. Г. О влиянии внешнего давления сооружений на степень передачи сейсмических воздействий. / А. Г. Тамразян, Р. А. Атабекян // Исследования и опыт. жилищное строительство № 6/2003.
12. Немчинов Ю. И. Сейсмостойкость зданий и сооружений / Немчинов Ю. И. // В двух частях. – Киев.: 2008. – 480с.
13. Никонов А. А. О сейсмической опасности дельты р. Дуная по данным об исторических землетрясениях / А. А. Никонов, К. И. Никонова // Вопросы инженерной сейсмологии. – 1990, вып.31.–С.127-134.

Статья поступила в редакцию 30.06.2013

Кендзера О.В.,¹ канд. фіз.-мат. наук,

Єгупов В. К.,¹ інженер

Єгупов К. В.,³ доктор техн. наук

¹ Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,

² Одеська державна академія будівництва та архітектури

МОНІТОРИНГ СЕЙСМІЧНОСТІ ПІВДЕННО-ЗАХІДНИХ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ ТА СУМІЖНИХ ТЕРИТОРІЙ

Резюме

Високий рівень потенційної сейсмічної небезпеки в південних областях України потребує державної підтримки розвитку на їх території досить густої мережі сейсмологічних та інженерно-сейсмологічних спостережень. Отримані результати сейсмічного мікрорайонування дають точнішу картину сейсмологічної ситуації в Одеській області та місті Одесі. Подальший розвиток спостережної мережі є необхідним для вирішення проблеми відносно дешевого, але високоефективного, сейсмічного захисту населення, екологічно небезпечних і економічно важливих об'єктів.

Ключові слова: землетрус, сейсмічна мережа, сейсмічне мікрорайонування, розрахункові акселерограми.

Kendzera O.V.,¹

Yegupov V.K.,¹

Yegupov K.V.²

¹S. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine,

²Odessa State Academy of Construction and Architecture

SEISMIC MONITORING OF THE SOUTHWESTERN AREAS OF UKRAINE AND ADJACENT AREAS

Summary

The high level of potential seismic hazard in the southern regions of Ukraine requires the state support for the development on their territory of quite dense network of seismological and engineering seismological observations. The results of seismic micro zoning give as a more accurate picture of the seismic situation in the Odessa region and Odessa city. Further development of the monitoring network is necessary for solving of the problem of relatively cheap, but highly effective, seismic protection of population, environmentally hazardous and economically important objects.

Keywords: earthquake, seismic network, seismic micro zoning, design accelerograms.