

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ОДЕССКОГО РЕГИОНА

Егунов К.В.,¹ д.т.н., доц., Егунов В.К.², инж., Бондаренко А.С.,¹ инж.

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры

²Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев

При уточнении сейсмической опасности, инженеров-проектировщиков и строителей интересует вопрос поведения зданий и сооружений, при колебаниях грунта при землетрясениях, вследствие которых здания или сооружения получают 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 землетрясения, полученных в ходе выполнения работ по сейсмическому микрорайонированию.

Сейсмическое микрорайонирование представляет собой раздел инженерной сейсмологии, предметом которого являются методы исследований, направленные на уточнения данных сейсмического районирования для конкретно застраиваемых территорий или участков. Такие работы широко вошли в практику инженерных изысканий в Украине, в связи с требованиями ДБН В.1.1.-12:2006 [1].

Основной целью исследований является количественная оценка расчетной сейсмичности и параметров сейсмических воздействий с учетом влияния локальных инженерно-геологических условий площадки проектируемого строительства на интенсивность сейсмических воздействий.

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 [1] 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 особенно-

сти строительной площадки могут иметь значительное влияние на величину местных сейсмических проявлений, что требует выполнения п.1.1.2 ДБН [1].

Все это делает актуальным разработку методики и формирования базы инженерно-геологических и сейсмологических данных для Одесского региона.

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 (рис. 1) 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 [3].

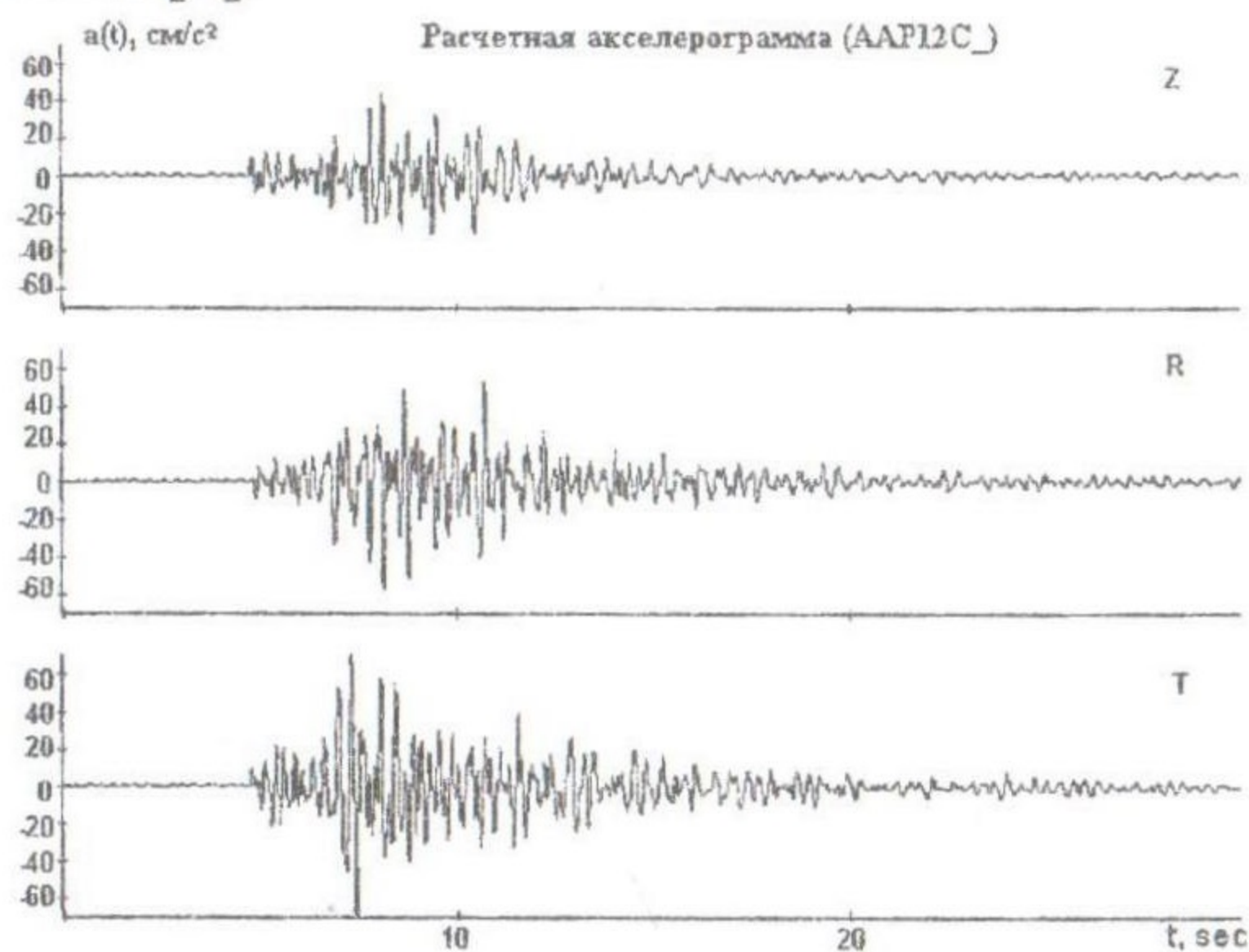


Рис. 1. Пример трехкомпонентной расчетной акселерограммы, моделирующей расчетные землетрясения на свободной поверхности грунта

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 коле-

баний грунта на строительной площадке рассчитывались синтезированные расчетные акселерограммы.

Использовался полуэмпирический подход, базирующийся на использовании теоретических амплитудных спектров расчетных акселерограмм и эмпирических фазовых спектров [3]. 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 эпицентральной дистанцией.

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

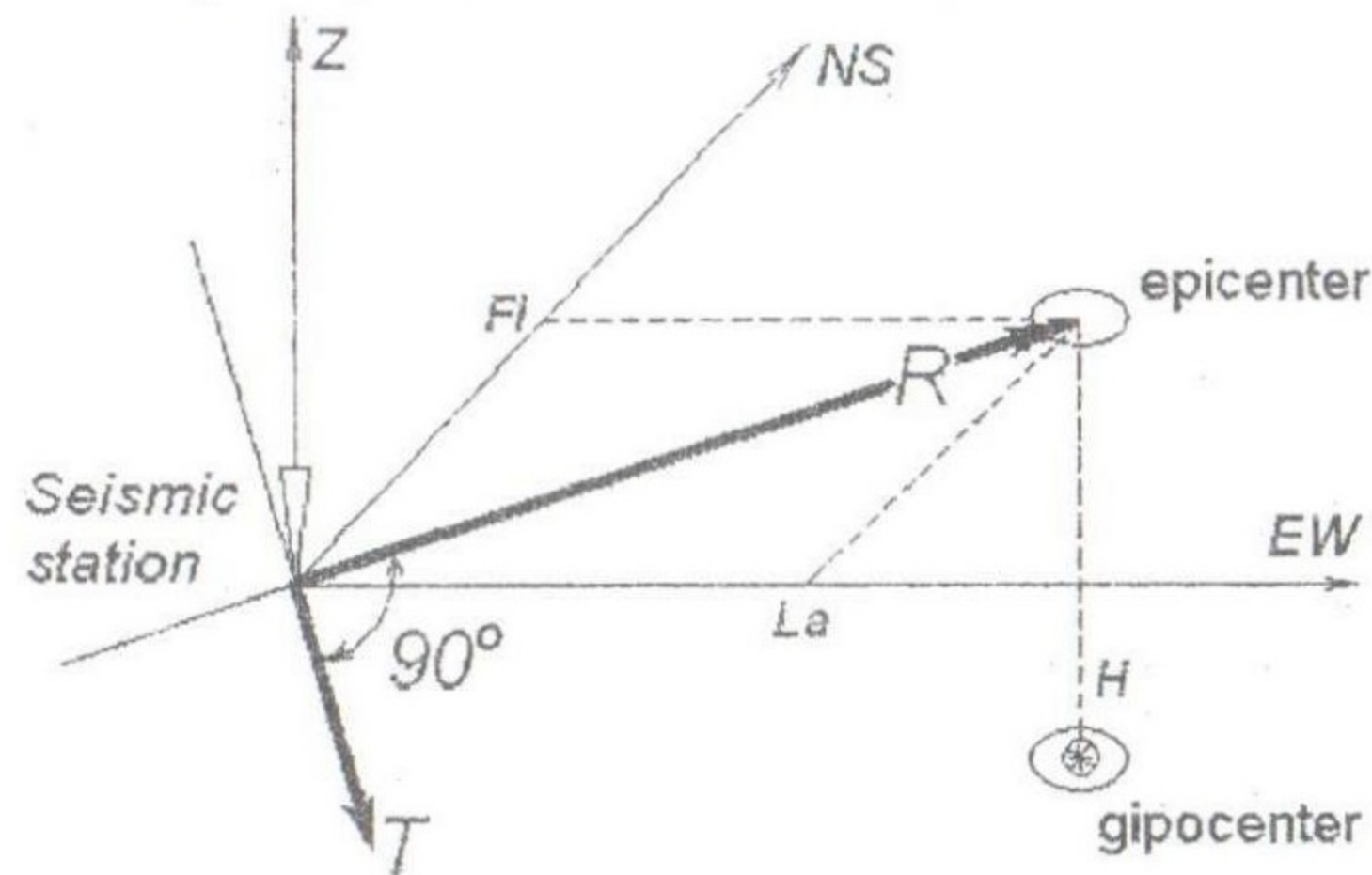


Рис. 2. Направления компонент полного вектора сейсмических колебаний

Для каждой строительной площадки построено 3 реализации трехкомпонентных расчетных акселерограмм. При их генерации использовались разные комбинации теоретических огибающих спектров расчетных акселерограмм, нормированных частотных характеристик среды и фазовых спектров, полученных по различным записям реальных подкоровых землетрясений из зоны Вранча.

На рис. 3 приведен пример спектров реакции единичных осцилляторов на T – составляющую акселерограммы (рис. 2).

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

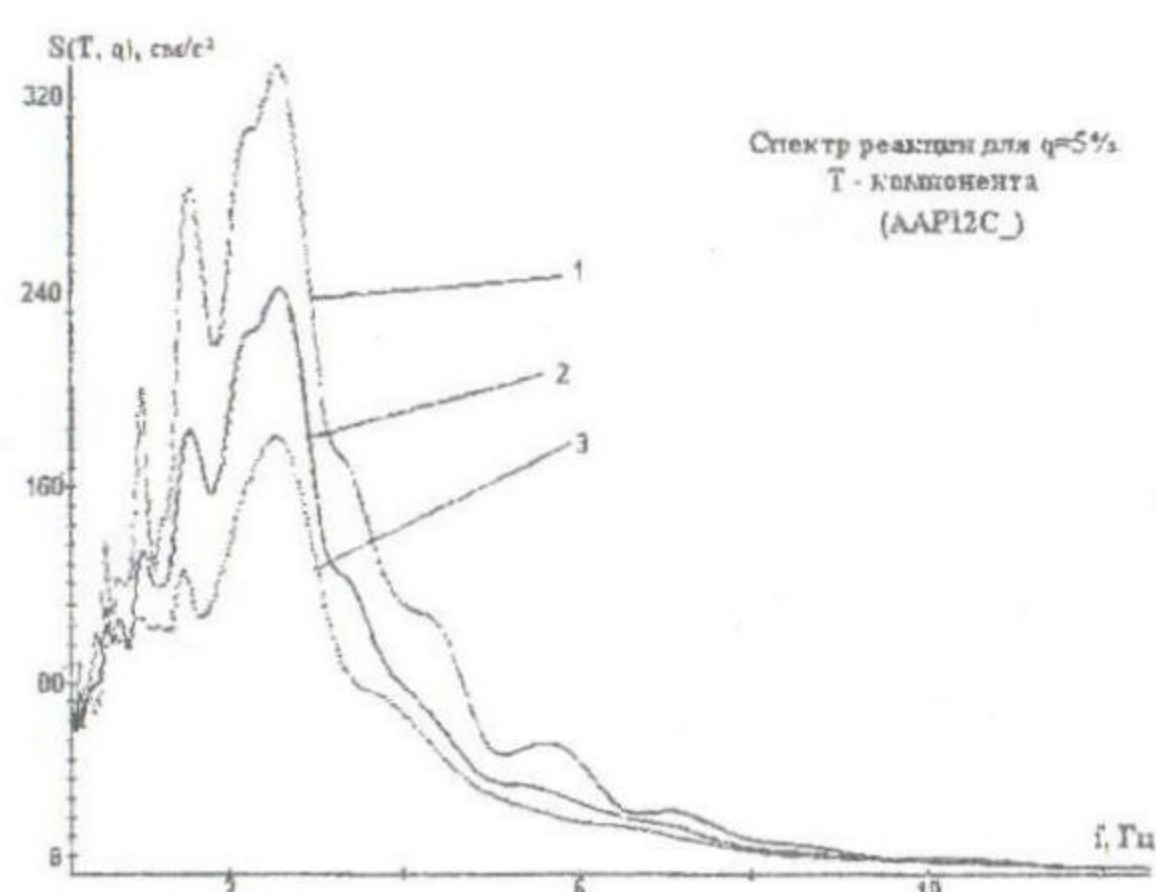


Рис. 3. Спектры реакции линейных единичных осцилляторов

В ходе выполнения работ по микрорайонированию формируется база инженерно-геологической информации, основных параметров синтезированных акселерограмм (табл. 1), а также имеется вычислительная программа для визуализации и первичной обработки акселерограмм. Программа позволяет строить графики акселерограмм, подробно анализировать их отдельные участки, рассчитывать спектры, строить спектры реакции, графики повторяемости и длительности колебаний различной интенсивности [3].

Таблица 1.

Пример основных параметров синтезированной трехкомпонентной акселерограммы

Компонента	Ускорение, a , cm/s^2	Преобладающие частоты, Гц	Длительность колебаний	
			$a > 0,9a$	$a > 0,9a$
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

Согласно накопленной, в ходе исследований, информации была выполнена обработка и анализ инструментальных записей.

Выполнена классификация площадок по грунтовым условиям, составлена карта исследуемых площадок Одесского региона, а также получены данные, характеризующие частотные параметры, преобладающие периоды и амплитуды трехкомпонентных акселерограмм синтезированных для зоны Вранча и местных очаговых зон для строительных площадок Одессы.

Адреса строительных площадок на которых выполнены исследовательские работы по сейсмическому микрорайонированию с указанием полученные превышения балльности и суммарная балльность на площадке приведены в табл. 2.

Перечень выполненных работ по сейсмическому
микрорайонированию

№ п/п	Адрес строительной площадки	Превышение балльности
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. Дерibasовская, 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, Беляевского р-на	$I_R = I_{RN} + \Delta I_M = 6.52 + 0.41 = 6.93$ 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

Также исследователи в последнее время обращают внимание на влияние внешнего давления сооружений на величину максимальной амплитуды акселерограмм. Выше были приведены записи акселерограмм записанных на дневной (свободной) поверхности, 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 [4].

Для исследования уровня сейсмической опасности Одесского региона в корпусе ГС ОГАСА была создана первая в Одессе сеймостанция. С момента начала работы сеймостанции было зафиксировано более 100 сейсмических событий в.т. около 7 сильных землетрясений магнитудой 4-4,5. [5]

В настоящее время выполняются работы по созданию сейсмометрической станции, для оценки реакции реального здания (корпус ГС ОГАСА) на сейсмические воздействия с учетом грунтовых условий. Установлено оборудование для записи колебаний в подвальной части, на втором этаже и на восьмом этаже. Это оборудование записывает колебания синхронизированные по времени.

Вывод. Дальнейшая обработка и анализ полученных данных позволит количественно оценить влияние здания на характер колебания и в дальнейшем получать синтезированные акселерограммы землетрясения с учетом места их записи.

Summary

Researches of seismic danger during implementation of works on earthquake microzoning enable to have more exact picture of seismological situation of the Odessa region and Odessa in particular, that will allow to design and build the earthquake engineering objects of civil and industrial building.

1. ДБН В.1.1-12: 2006. Строительство в сейсмических районах Украины.- К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006.- 92 с. 2. Немчинов Ю.И. Сейсмостойкость зданий и сооружений. В двух частях. - Киев.: 2008. – 480с. 3. 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. 4. 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. 5. 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.:НДІБК.- 2008.- вып.69.-С. 45-55