

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ПОЛНОЙ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ШИРИНЫ СПЕКТРА ФУРЬЕ ДЛЯ СКОРОСТЕЙ

А. Ходжаев

*(Институт сейсмологии Академии наук Туркменистана;
Ашхабад, Туркменистан)*

В этой работе рассматривается система, состоящая из трех независимых параметров: максимального уровня, резонансного периода и ширины спектра колебаний. Для характеристики асимметрии спектров вводится в рассмотрение ширина левой S_l и правой S_r частей спектра (левая и правая ширина спектра) относительно резонансного периода. В настоящей работе спектры характеризуются для полной ширины относительно резонансного периода. В качестве характеристики полной ширины спектра взяты величины трех ее уровней 0,3; 0,5 и 0,7 от резонансного периода. Таким образом, форма спектральной кривой аппроксимируется шестью отрезками прямых. Для оценки логарифмических спектров использованы спектры Фурье, рассчитанные для скоростей — 43 шт.

Были оценены и построены интегральные распределения значенний логарифмической полной ширины спектров для скоростей на уровнях 0,7; 0,5 и 0,3 от максимума для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона.

In this work is considering the system which consists from three independent parameters: the maximal level, the resonance period and the width of spectrum of the variations. For the characteristic of spectrum's skewness is including in the consideration the width of left S_l and right S_r parts of spectrum (left and right the width of spectrum) relatively to the resonance period. In present work the spectrums is characterized for full width relatively to the resonance period. In the quality of characteristic of spectrum's full width had take three levels 0.3; 0.5 and 0.7 from resonance period. Thus, the form of spectral curve approximate by six times straight-line segments. For estimate the logarithmic spectrums is used the Fourier's spectrums calculated for the velocities — 43 pcs.

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

It was estimate and build the integral allocations of values of the full logarithmic width of spectrums for the velocities on 0.7; 0.5 and 0.3 levels from maximum for the earthquake of Kopetdag seismic active region.

У даній роботі розглядається система, яка складається з трьох незалежних параметрів: максимального рівня, резонансного періоду та ширини спектру коливань. Для характеристики асиметрії спектрів вводиться на розгляд ширина лівої S_l і правої S_p частин спектру (ліва і права ширина спектру) відносно резонансного періоду. В даній роботі спектри характеризуються для повної ширини відносно резонансного періоду. В якості характеристики повної ширини спектру бралися величини трьох її рівнів 0,3; 0,5 і 0,7 від резонансного періоду. Таким чином, форма спектральної кривої апроксимується шістьма відрізка-ми прямих. Для оцінки логарифмічних спектрів використані спектри Фур'є, розраховані для швидкостей — 43 шт.

Були оцінені та побудовані інтегральні розподілення значень логарифмічної повної ширини спектрів для швидкостей на рівнях 0,7; 0,5 і 0,3 від максимуму для землетрусів Копетдагського сейсмоактивного регіону.

Прогноз сейсмического движения грунта является одной из важнейших задач инженерной сейсмологии. Теоретическая и практическая значимость проблемы вытекает из Выступления Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова на выездном заседании Кабинета Министров (12.06.2009), где он говорил [5]: «Сегодня, в эпоху нового Возрождения мы поднимаем свою науку на уровень, достойный подлинного научного значения и мудрости наших предков. В современных условиях мощь и процветание любого государства определяется, прежде всего, степенью развития науки и технологий, интеллектуальным уровнем народа. Наука — главный инструмент прогресса, без нее невозможен устойчивый социально-экономический рост страны.

К приоритетным направлениям, на развитии которых надо сконцентрироваться в первую очередь, относятся:

- сейсмология, градостроительство и архитектура;
- естественные науки;
- гуманитарная сфера, творческое осмысление и научная разработка проблем современной эпохи и новой государственной идеологии Туркменистана» и т.д.

Генеральный секретарь Организации Объединенных Наций Пан Ги Мун в своем выступлении сказал [6]: «Опираясь на Хиогскую

рамочную программу ООН рассматривает задачу уменьшения опасности стихийных бедствий в качестве приоритета. Ни одна страна не обладает иммунитетом от бедствий, будь то землетрясения или наводнения, бури или жара. Никакая страна не может позволить себе игнорировать уроки землетрясений в Чили и на Гаити. Предотвратить такие бедствия нам не под силу. Но мы можем кардинально сократить их воздействия, если заранее принимать надлежащие меры по уменьшению опасности бедствий, чтобы предотвратить превращение стихийных угроз в бедствия. Число погибших в Чили составило сотни человек, несмотря на магнитуду землетрясения — 8,8 по шкале Рихтера. На Гаити менее интенсивное землетрясение привело к гибели сотен тысяч людей. Строительных норм на Гаити не существовало либо они не соблюдались, и степень готовности была весьма низкой». Отсюда можно сделать только один вывод, затраты на сейсмостойкое строительство оправдываются, в случае природных стихийных бедствий.

К выбору комплекса параметров, описывающих сейсмическое воздействие, предъявляются следующие требования [1]:

1 — информативность, т. е. отражение наиболее важных с инженерной точки зрения особенностей сейсмических колебаний; 2 — независимость; 3 — возможность совершенствования выбранной системы параметров путем задания каждого из них не одной, а несколькими числовыми характеристиками.

Оптимальное число параметров описывающих какой-либо сигнал, равно 4: A_{\max} — максимальная амплитуда, характеризующая интенсивность сигнала; M_A — функция, характеризующая амплитудную модуляцию, т. е. форму огибающей колебаний; ω_0 — несущая частота колебаний; $M_{\text{щ}}$ — функция, характеризующая частотную модуляцию колебаний.

При задании сейсмических воздействий в форме временной функции такими параметрами могут быть: амплитуда максимальной фазы, соответствующая ей видимая частота или период, ширина сейсмического импульса (длительность) d , и ширина спектра реакции (спектр Фурье).

Экспериментальная проверка показала, что описание формы огибающей большим числом параметров практически не улучшает сходимость инструментальных и макросейсмических оценок сейсмической интенсивности [2].

Для параметрического описания спектров землетрясений необходимо выбрать минимальную по количеству группу независимых параметров, позволяющих охарактеризовать основные черты и особенности спектральной кривой.

В качестве первого приближения характеристики можно использовать среднюю форму спектра [1]. От средней формы спектра реакции можно перейти к кривой $v(T)$, которая является огибающей семейства индивидуальных спектров в сигмовом интервале [3,11,12]. Используя среднюю форму спектра реакции при отдельном землетрясении, а также средние значения резонансных периодов и соответствующие им отклонения, можно получить наиболее вероятную форму кривых $v(T)$.

На рис. 1 показана схема описания формы огибающей положением ее пяти точек [1].

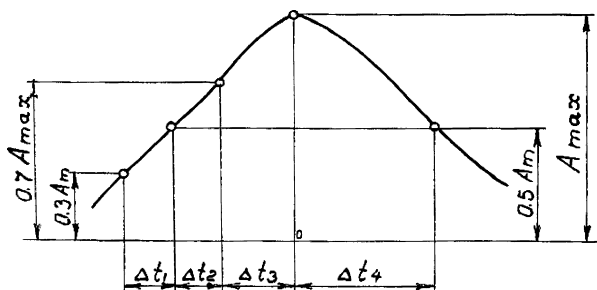


Рис. 1. Схема описания формы огибающей положением ее пяти точек (Ф.Ф. Антикаев, 1981).

Ширину спектра реакции предлагается измерять в логарифмических единицах. За полную логарифмическую ширину принимается логарифм отношения периода, соответствующего крайнему левому на данном уровне спектра периоду, к крайнему правому [3, 10], то есть в виде:

$$\alpha S = \lg(\alpha T_{л} / \alpha T_{п}), \quad (1)$$

где: αS — полная логарифмическая ширина спектра на уровне α ; $\alpha T_{л}$, $\alpha T_{п}$ — крайние левый и правый периоды на том же уровне.

На рис. 2 показаны результаты обработки 70 записей различных компонент по данным 35 землетрясений США [2].

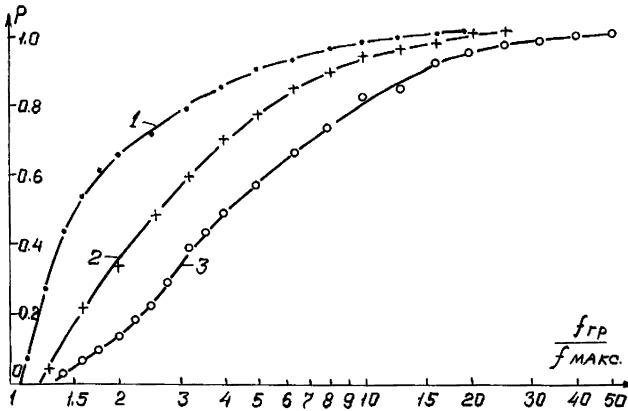


Рис. 2. Распределение граничных частот спектров реакций скоростей смещения по данным 70 записей различных компонент 35 землетрясения США. 1, 2, 3 соответствую уровням 0.7, 0.5 и 0.3 от максимального (Ф.Ф. Антикаев, Р. Матиссен и др., 1976).

В настоящей работе рассматривается система, состоящая из трех независимых параметров [13]: максимального уровня, резонансного периода и ширины спектра колебаний. В качестве характеристики полной ширины спектра взяты величины трех ее уровней 0.3, 0.5 и 0.7 от резонансного периода. Таким образом, форма спектральной кривой для полной ширины аппроксимируется шестью отрезками прямых.

Для оценки логарифмических спектров использованы спектры Фурье, рассчитанные для скоростей — 43 шт.

Для расчетов спектров использовались алгоритмы М.Д. Трифунас [16]. В соответствии с принятой нами схемой параметризации спектра, для каждого с 5%-ным затуханием, определялись следующие величины: U — максимальные уровни спектров; T_r — периоды (резонансные), соответствующие максимальным уровням спектров; $b_{Tл}$ — крайний левый период спектральной кривой на уровне b ; $b_{Tп}$ — крайний правый период спектральной кривой на уровне b .

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

По полученным данным, используя формулу (1) рассчитаны значения полной логарифмической ширины спектров.

Были построены интегральные распределения значений логарифмической полной ширины спектров скоростей (Рис.3) для трех уровней 0.3, 0.5 и 0.7 от максимального.

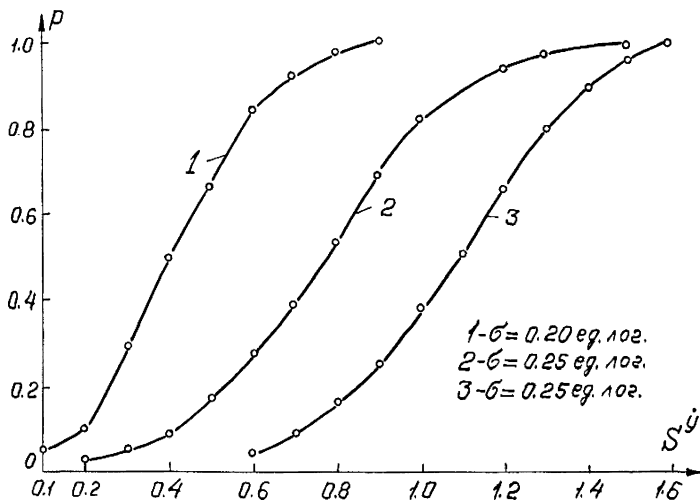


Рис. 3. Интегральные распределения значений полной логарифмической ширины спектра Фурье в скоростях для уровней 0.7 (1), 0.5 (2) и 0.3 (3) от максимального.

Характеристиками (медианой и 70%-ным отклонением от нее в большую и меньшую сторону) интегральных распределений значений полной логарифмической ширины спектров для скоростей на уровнях 0.7, 0.5 и 0.3 от максимума для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона являются:

$${}_{0.7}Sv=0.40 \left(\begin{matrix} +0.21 \\ \delta \pm 0.20 \\ -0.17 \end{matrix} \right), \quad {}_{0.5}Sv=0.78 \left(\begin{matrix} +0.26 \\ \sigma \pm 0.25 \\ -0.30 \end{matrix} \right), \quad {}_{0.3}Sv=1.10 \left(\begin{matrix} +0.25 \\ \sigma \pm 0.25 \\ -0.31 \end{matrix} \right).$$

Результаты работы нашли отражения в научных отчетах ИС АН Туркменистана [7, 8], при разработке нового варианта карты сейсми-

ческого микрорайонирования территории города Ашхабада в качестве основы генплана развития города до 2020 года [9], при разработках ВСНТ 01-05 «Сейсмическое микрорайонирование территорий городов Туркменистана» [14] и ВСН 02-10 «Нормы производства работ по сейсмическому микрорайонированию в составе инженерных изысканий для строительства» [15], при составлении карты распределения спектров землетрясений на примере Западного Туркменистана.

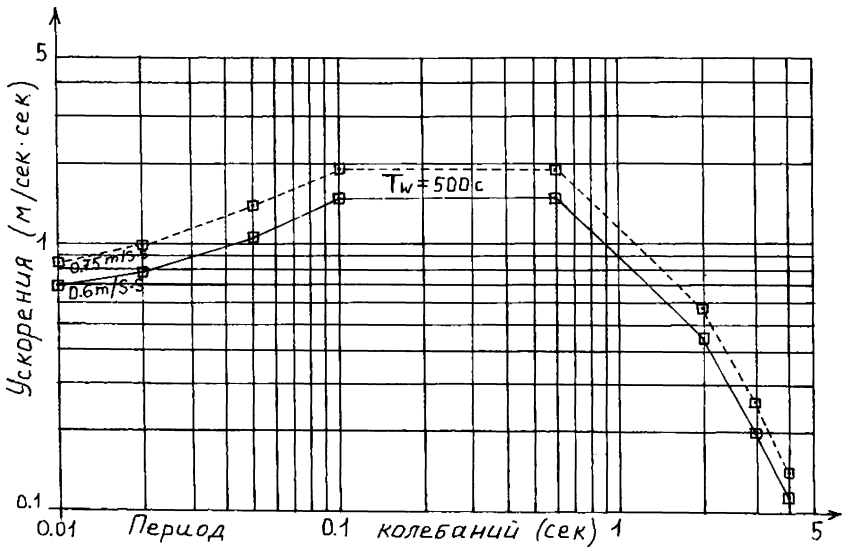


Рис. 4. Распределение спектров землетрясений на примере Западного Туркменистана.

На рис. 4 показан график эластических спектров значений ускорений (0,6 м/сек·сек) подготовленных немецким институтом компании MAN GHH Oil & Gas, совместно с туркменскими учеными (0,75 м/сек·сек), в частности, соответствующих кривой временного ряда в 500 лет, предложенный рассматривать как вариант для последующих расчетов [4].

Выводы

1. Оценены и вычислены значения логарифмической полной ширины спектров для скоростей на трех уровнях 0.7, 0.5 и 0.3 от

Розділ 2. Основи природокористування та безпека життєдіяльності

максимального для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона.

2. Построены интегральные распределения значений логарифмической полной ширины спектра для скоростей на трех уровнях 0.7, 0.5 и 0.3 от максимального для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона.

3. Распределения значений логарифмической полной ширины спектров Sv для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона отличаются от логнормального.

* * *

1. Аптикаев Ф. Ф. Параметризация записей сейсмических колебаний / Ф. Ф. Аптикаев // Очаговые зоны и колебания грунта. Вопросы инженерной сейсмологии. — М.: Наука, 1981. — Вып. 21. — С. 3—7.

2. Прогноз сейсмического движения грунта / Ф. Ф. Аптикаев, Р. Б. Матиссен, С. Х. Негматуллаев, И. Л. Нерсесов, К. Роджан, Р. Уоллес // Сборник советско-американских работ по прогнозу землетрясений. — Душанбе-Москва: Дониш, 1976. — Т. 1, кн. 2. — С. 188—196.

3. Прогноз сейсмических воздействий для целей детального сейсмического районирования (на примере г. Алма-Аты) / Ф. Ф. Аптикаев, А. Н. Нурмагамбетов, А. М. Сыдыков, Н. Н. Михайлова, А. Н. Ли, Ю. Е. Грибанов // Колебания грунта и сейсмический эффект при землетрясениях. Вопросы инженерной сейсмологии. — М.: Наука, 1982. — Вып. 23. — С. 90—97.

4. Оценка сейсмических условий района строительства экспортного газопровода Туркменистан-Иран и расчетной сейсмичности площадки проектируемого строительства УНТС на месторождении Корпедже (отчет) / Т. А. Аширов, Э. М. Эсенов, А. Ходжаев и др. // Фонды НИИС МСиПСМ Т. — Ашхабад, 1997. — 33 с.

5. Бердымухамедов Г. М. Выступление Президента Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедова на выездном заседании Кабинета Министров Туркменистана 12.06.2009 / Г. М. Бердымухамедов. — С. 64.

6. Газета «Нейтральный Туркменистан». № 27(25889). 27.03.2010. — С. 2.

7. Совершенствование мониторинга сейсмотектонической активности сейсмогенных зон на территории Туркменистана. Научный отчет / Б. Н. Гаипов, А. К. Атаев, А. Ходжаев и др. // Фонды ИС АН Туркменистана. — Ашхабад, 2009.

8. Комплексное изучение локальных сейсмических характеристик и тектонических особенностей верхних слоев земной коры южной части г. Ашхабада для задач градостроительства. Научно-исследовательский

отчет / Б. Н. Гаипов, А. К. Атаев, Э. М. Эсенов, А. Ходжаев и др. // Фонды ИС АН Туркменистана. — Ашхабад, 2010.

9. Разработка нового варианта карты сейсмического микрорайонирования территории города Ашхабада (М1:25000) в качестве основы генплана развития города до 2020 года. Научно-технический отчет / Б. Н. Гаипов, Э. М. Эсенов, А. Ходжаев и др. // Фонды НИИС МСiПСМ Туркменистана. — Туркменистан. Ашхабад, 2000.

10. Михайлова Н. Н. Количественные характеристики сейсмических колебаний на территории г. Алма-Аты / Н. Н. Михайлова // Сильные движения при землетрясениях. — Душанбе-Москва: Дониш, 1988. — С. 237—249.

11. СНТ 2.01.08-99*. Строительные нормы Туркменистана. Строительство в сейсмических районах. Раздел I. Жилые, общественные, производственные здания и сооружения // Фонды НК АСК при КМ Туркменистана. Ашхабад, 2000.

12. СНиП II-7-81. Строительные нормы и правила. Строительство в сейсмических районах. — М.: Госстройиздат, 1982. — 48 с.

13. Ходжаев А. Прогноз параметров сейсмических колебаний грунтов при землетрясениях Туркменистана / А. Ходжаев // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Урбанизация и землетрясения», посвященной 50-й годовщине Ашхабадского землетрясения 1948 года. — Ашхабад, 1998. — С. 58.

14. Эсенов Э. М. Сейсмическое микрорайонирование территорий городов Туркменистана. ВСН 01-05 / Э. М. Эсенов, А. Ходжаев // Фонды МСiПСМ Туркменистана. — Ашхабад, 2005.

15. Эсенов Э. М. Нормы производства работ по сейсмическому микрорайонированию в составе инженерных изысканий для строительства. ВСН 02-10 / Э. М. Эсенов, А. Ходжаев, Л. А. Кузнецова // Фонды МС Туркменистана. Ашхабад, 2010.

16. Trifunac M. D. Response Envelope Spectrum and Interpretation of Strong Earthquake Ground Motion / M. D. Trifunac // BSSA, 1971. — Vol. 61. — № 2.

Отримано: 17.02.2011 р.