

**СРЕДНИЙ НОРМИРОВАННЫЙ СПЕКТР РЕАКЦИИ (ФУРЬЕ)
СКОРОСТЕЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ ТУРКМЕНИСТАНА И
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

А. Ходжаев

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

В.И. Клименко, канд. техн. наук

(Институт телекоммуникаций и глобального
информационного пространства
Национальной академии наук Украины)

В этой работе рассматривается система, состоящая из трех независимых параметров: максимального уровня, резонансного периода и ширины спектра реакции (Фурье). Для характеристики асимметрии вводится в рассмотрение ширина левой S_l и правой S_p частей спектра (левая и правая полуширина) относительно резонансного периода. В настоящей работе спектры реакции характеризуются для полной ширины относительно резонансного периода. В качестве характеристики полной ширины спектра реакции 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 реакции использованы спектры Фурье, рассчитанные для скоростей – 43 шт.

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

Построены средние нормированные спектры реакции (Фурье) скоростей для условий Туркменистана, учитывающие региональные особенности Копетдагского сейсмоактивного региона.

Внедрение результатов исследований в нормативные документы строительства будет способствовать сейсмологической и экологической безопасности страны.

У цій роботі розглядається система, що складається з трьох незалежних параметрів : максимального рівня, резонансного періоду і ширини спектру реакції (Фур'є). Для характеристики асиметрії вводиться в розгляд ширина лівої S_l і правої S_p частин спектру (ліва і права напівширина) відносно резонансного

періоду. У роботі спектри реакції характеризуються для повної ширини відносно резонансного періоду. Як характеристика повної ширини спектру реакції взяті величини трьох її рівнів 0,3; 0,5 і 0,7 від резонансного періоду. Таким чином, форма спектральної кривої апроксимується шістьма відрізками прямих.

Для оцінки логарифмічних спектрів реакції використані спектри Фур'є, розраховані для швидкостей, - 43 шт.

Були оцінені й побудовані інтегральні розподіли значень логарифмічної повної ширини спектрів реакції на рівнях 0,7; 0,5 і 0,3 від максимуму для землетрусів Копетдагського сейсмоактивного регіону. Побудовані середні нормовані спектри реакції (Фур'є) швидкостей для умов Туркменістану, що враховують регіональні особливості Копетдагського сейсмоактивного регіону.

Впровадження результатів досліджень у нормативні документи будівництва сприятиме сейсмологічній і екологічній безпеці країни.

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 reactions (Fourie). 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 half-width) 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.

It was estimate and build the integral allocations of values of the full logarithmic width of spectrums on 0,7; 0,5 and 0,3 levels from maximum for the earthquake of Kopet-Dag seismic active region.

Constituted average normalized spectrums of reactions (Fourie) the velocities for conditions of Turkmenistan, taking into account regional particularities of Kopet-Dag seismic active region.

Introduction result of investigation in normative of the documents of construction will promote seismological and ecological safety of the country.

Бурное экономическое развитие мирового сообщества, особенно на рубеже XX-XXI вв., интенсификация промышленного и сельскохозяйственного производства сопровождалась вовлечением в хозяйственное пользование новых территорий, а также колоссального количества природных ресурсов. Были достигнуты впечатляющие результаты, но вместе с тем человечество обрело глобальные экологические проблемы планетарного масштаба из-за чрезмерной эксплуатации земельных, водных, биологических ресурсов, вырубки лесов и разрушения естественных экосистем, а также возрастающего техногенного

загрязнения воды и атмосферы.

В настоящее время ученые всего мира указывают на факторы изменения климата, деградации земель, истощения озонового слоя, нехватки пресной воды, сокращения численности видового разнообразия фауны и флоры. Экологи всего мира едины во мнении, что зримых результатов в сохранении природных ресурсов можно добиться только в случае согласованных действий государств в тесном сотрудничестве с международными экологическими организациями.

Как для законов природы, так и для экологической опасности (или безопасности) Земли нет границы. Как музыка, так и сейсмология с экологией не ведают границ, чтобы их понять не нужен особенный язык, они понятны всем. Они все (природа, сейсмология, экология, геология, экономика и т.д.) взаимосвязаны. Нарушения законов природы приводят к нарушениям экосистемы на всем земном шаре.

В современном мире регулярно возникают различные вопросы, требующие принятия оперативных решений. Когда прежние методы работы не дают ожидаемого эффекта, необходимо находить новые разработки и применять новые научные методы и технологии для решения сегодняшних актуальных проблем. И, естественно, современные технологии должны внедряться в ряды нового поколения, создавая сильную базу научных кадров, владеющих ситуацией в полном объеме [1]. Новые разработки необходимо узаконить, оперативно внедрять их в нормативные документы. Только тогда можно будет добиваться от них ожидаемого полезного эффекта.

Прогноз сейсмического движения грунта является одной из важнейших задач инженерной сейсмологии. Для изучения любого сигнала, в том числе, сейсмического движения грунта, необходимо выбрать оптимальные параметры, описывающие эти сигналы.

При задании сейсмических воздействий в форме временной функции такими параметрами могут быть [2]: 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.

Параметры сейсмических колебаний грунтов (амплитуда максимальной фазы – A_{max} , соответствующий ей период колебаний – T , длительность – d , ширина спектра реакции – Фурье – S) для условий Туркменистана, учитывающие региональные особенности Копетдагского сейсмоактивного региона, все более подробно характеризованы в работах [3–7], а средний нормированный спектр реакции для смещений - в работе [8].

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 [2].

От средней формы спектра реакции можно перейти к кривой $\beta(T)$, которая является огибающей семейства индивидуальных спектров в „сигмовом“ интервале [2, 9, 10]. Используя среднюю форму спектра реакции при отдельном землетрясении, а также средние значения резонансных периодов и соответствующие им отклонения, можно получить наиболее вероятную форму кривых $\beta(T)$.

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 [5, 7, 11], то есть в виде:

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

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

В настоящей работе рассматривается система, состоящая из трех независимых параметров [5, 7]: максимального уровня, резонансного периода и ширины спектра колебаний. В качестве характеристики ширины спектра взяты величины трех ее уровней: 0.3, 0.5 и 0.7 от резонансного периода. Таким образом, форма спектральной кривой для ширины аппроксимируется шестью отрезками прямых. Для оценки логарифмических спектров использованы спектры Фурье, рассчитанные для скоростей, – 43 шт.

Для получения средней формы спектра [5, 7, 8, 17] индивидуальные спектры нормировались по максимальному уровню и по резонансному периоду. Тем самым практически исключалось влияние спектральных различий, связанных с классом энергии (магнитудой) и эпицентральной расстоянием. Средняя форма спектра определялась как медиана в выборке спектральных кривых. Среднюю форму спектров для скоростей можно аппроксимировать шестью отрезками прямых. На рис.1 показана средняя форма нормированного спектра Фурье в скоростях при 5%-ном затухании для условий Туркменистана.

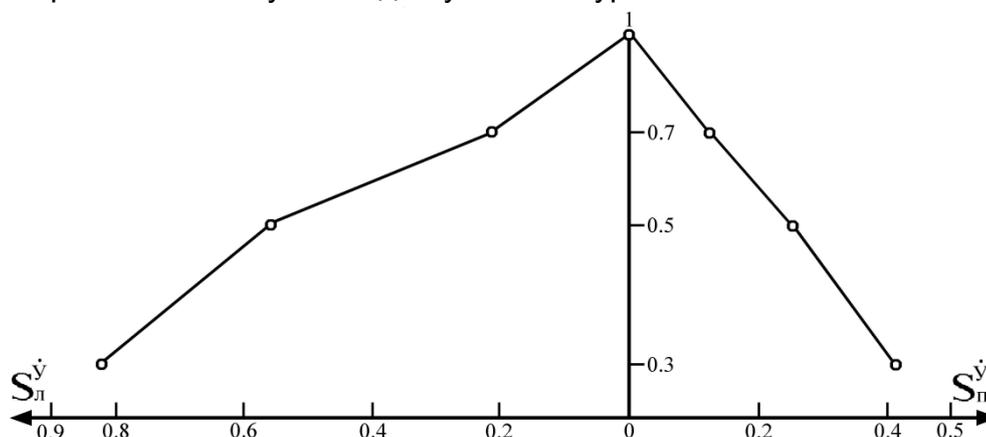


Рис. 1. Средняя форма нормированного спектра реакции (Фурье) в скоростях

при 5%-ном затухании для условий Туркменистана

Их количественными характеристиками являются следующие значения логарифмической ширины спектров:

$$\begin{array}{ccc} +0.26 & +0.59 & +0.86 \\ 0.7Sl = 0.21 (39), & 0.5Sl = 0.55 (36), & 0.3Sl = 0.82 (27), \\ -0.17 & -0.49 & -0.75 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} +0.21 & +0.31 & +0.45 \\ 0.7Sp = 0.12 (42), & 0.5Sp = 0.25 (41), & 0.3Sp = 0.41 (39), \\ -0.09 & -0.20 & -0.36 \end{array}$$

где в скобках указано количество логарифмической ширины спектров, использованных при получении средней формы спектра.

Результаты работы нашли отражение в научных отчетах Института сейсмологии Академии наук Туркменистана [12, 13], при разработке нового варианта карты сейсмического микрорайонирования территории города Ашхабада в качестве основы генплана развития города до 2020 года [14], при разработках Ведомственных строительных норм Туркменистана.(ВСНТ) 01-05 «Сейсмическое микрорайонирование территорий городов Туркменистана» [15] и ВСН Туркменистана 02-10 «Нормы производства работ по сейсмическому микрорайонированию в составе инженерных изысканий для строительства» [16].

Выводы

1. Оценены и вычислены значения логарифмической ширины спектров для скоростей на трех уровнях: 0.7, 0.5 и 0.3 от максимального для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона.

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

3. Полученные интегральные распределения значений логарифмической ширины спектров реакции скоростей (S_v) для землетрясений Копетдагского сейсмоактивного региона можно аппроксимировать логнормальным законом.

4. Определена и составлена средняя нормированная форма спектра реакции (Фурье) в скоростях при 5%-ном затухании для условий Туркменистана, учитывающая региональные особенности.

5. Внедрение результатов исследований в строительные нормативные документы страны будет способствовать сейсмоустойчивости строительных объектов и, как следствие, сейсмической и экологической безопасности и, в конечном счете, принесет огромный экономический эффект.

* * *

1. Клименко В. И. Применение современных технологий в вопросах

экологии / В. И. Клименко. // *Материалы Международной научной конференции «Образование, наука, спорт и туризм в эпоху нового Возрождения».* – Туркменистан. Ашхабад, Наука, 2010. – С. 353–354.

2. 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.

3. Гарагозов Дж. Сильные движения при землетрясениях Туркменистана и проблемы оценки сейсмической опасности / Дж. Гарагозов // *Материалы Международной научно-практической конференции «Урбанизация и землетрясения», посвященной 50-летию Ашхабадского землетрясения 1948 года.* – Туркменистан. Ашхабад, 1999. – С. 79–85.

4. Ходжаев А. Закономерности изменения параметров сейсмических колебаний Земли / А. Ходжаев // *Научно-теоретический журнал «Наука и техника в Туркменистане» АН Туркменистана.* – Туркменистан. Ашхабад, Наука, 2010. – № 6. – С. 47–53.

5. Ходжаев А. Методика и результаты расчета спектров реакции (Фурье) движения грунтов Туркменистана / А. Ходжаев // *Тезисы докладов 7-го Казахстанско-Китайского международного симпозиума «Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии».* – Республика Казахстан. Алматы, 2010. – С. 248–249.

6. Ходжаев А. Оценка параметров сейсмических колебаний грунтов при землетрясениях Копетдагского сейсмоактивного региона / А. Ходжаев // *Материалы XVII Всероссийской конференции с международным участием «Проблемы сейсмогеологии».* – Российская Федерация. Москва, 2011.

7. Ходжаев А. Результаты расчета полной логарифмической ширины спектра Фурье для скоростей / А. Ходжаев // *Сборник научных трудов «Экологическая безопасность и природопользования» МОиН Украины, Киевского НУСиА, НАН Украины, Института ТиГИП.* – Украина. Киев, 2011. – Вып. 7. – С. 212–220.

8. Ходжаев А. Средний нормированный спектр реакции (Фурье) смещений для условий Туркменистана / А. Ходжаев // *Материалы X Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии управления экологической безопасностью, природопользованием, мероприятиями в чрезвычайных ситуациях».* – Украина. Киев – Харьков – АР Крым, 2011. – С. 322–326.

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

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

11. Аптикаев Ф.Ф. Методика детального сейсмического районирования в количественных характеристиках сейсмических колебаний / Ф. Ф. Аптикаев, И. Л. Нерсесов // Детальное сейсмическое районирование. – М.: Наука, 1980. – С. 96–100.

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

13. 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.

14. 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 МСиПСМ Туркменистана. – Ашхабад, 2001.

15. Эсенов Э.М. Сейсмическое микрорайонирование территорий городов Туркменистана. Ведомственные строительные нормы Туркменистана 01-05 / Э. М. Эсенов, А. Ходжаев // Официальное издание МСиПСМ Туркменистана. – Ашхабад, 2005. – 42 с.

16. Эсенов Э.М. Нормы производства работ по сейсмическому микрорайонированию в составе инженерных изысканий для строительства. Ведомственные строительные нормы Туркменистана 02-10 / Э. М. Эсенов, А. Ходжаев, Л. А. Кузнецова // Официальное издание министерства строительства Туркменистана. – Ашхабад, 2010. – 55 с.

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

Отримано: 10.11.2011 р.