

ՀԱՎԱՉԳՈՒՄՆԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ԿԱԽՎԱԾ ՈՒԹԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՍԱԳՆԻՏՈՒԴԱՆԵՐԻՅ

© 2007 г. Ջ. Կ. Կարապետյան

Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА
3115, Гюмри, ул. В. Саргсяна 5, Республика Армения
E-mail: iges@shirak.am
Поступила в редакцию 28.07.2005 г.

Հոդվածում քննարկվում է սեյսմիկ ազդեցությունների քանակական պարամետրերի գնահատման մեթոդական խնդիր: Փաստագի նյութի (երկրաշարժերի 67 արևելեղծությունների) վերլուծության հիման վրա, դուրս են բերվել կորելացիոն կախվածություններ մագնիտուդաների և արագացման ու արագության հակազդումների սպեկտրների միջև (Էպիկենտրոնային $\Delta \leq 24$ կմ հեռավորությունների համար) սեյսմիկ վտանգի գնահատման համար որոշ դեպքերում նպատակահարմար է օգտագործել արագության հակազդումների սպեկտրը (S_{pv}), քանի որ այն որոշ իմաստով բնութագրում է սեյսմիկ ազդեցությունների բնրված էներգիան:

Կարևոր է համարվում այն խնդիրը, թե սեյսմիկ ազդեցությունների ինչպիսի քանակական պարամետրեր են ենթադրվում քարտեզագրել: Երկրների մեծ մասը օգտագործում են գրունտների տատանումների առավելագույն արագացումները (Կլեբ, 2002; Anderson, 2003): Օրինակ Հայաստանի Հանրապետության տարածքի սեյսմիկ վտանգի 1:200000 մասշտաբի քարտեզին ներկայացվող տարբերակի (Գասպարյան և այլն 2004; Գրիգորյան, 2005) վրա առանձնացված են 8 սեյսմիկ գոտիներ: Գրունտների տատանումների արագացումների նվազագույն արժեքը 0.25g է, իսկ առավելագույնը՝ 0.6g: ԱՄՆ-ում այս նպատակի համար օգտագործում են հակազդումների սպեկտրը (Ապտիկաև, 2001; Կլեբ, 2002, Campbell, 2003): Նաև հայտնի է, որ բոլոր երկրաշարժավտանգ երկրների (այդ թվում Հայաստանի Հանրապետության) սեյսմոկայուն շինարարության նորմերում ընդունված են հաշվարկման սպեկտրալ եղանակները: Արագացման հակազդումների սպեկտրի- S_{pa} կախվածությունն երկրաշարժի և միջավայրի մի շարք բնութագրերից, մանրամասն ներկայացված են բազմաթիվ աշխատություններում (Գրիգորյան, 1982, 1983) և այլն: Մեր կողմից կատարված հետազոտությունները քույլ են տալիս եզրակացնելու, որ $S_{pamax} = f(M)$ և $S_{pvmax} = f(M)$ տիպի կախվածություններն, ազատ տատանումների պարբերությունների տարբեր տիրույթների համար, ունեն տարբեր բնույթ: Այս կապակցությամբ գործնական տեսակետից հետաքրքրություն է ներկայացնում՝ ազատ տատանումների պարբերությունների տարբեր տիրույթների համար $S_{pamax} = f(M)$ (արագացման առավելագույն արժեքների և մագնիտուդայի միջև) և $S_{pvmax} = f(M)$ (արագության

առավելագույն արժեքների և մագնիտուդայի միջև) կորելացիոն կախվածությունների սահմանման խնդիրը:

Խնդրի պրվածքը

Գոյություն ունեցող սվյալների (Կարապետյան, 2006) հիման վրա, ազատ տատանումների պարբերությունների չորս տիրույթների ($T=0.05-0.3$ վրկ., $T=0.4-1.0$ վրկ., $T=1.25-3.0$ վրկ. և $T=0.05-3.0$ վրկ.) համար, դուրս բերել կորելացիոն հավասարումներ, որոնք ննարավորություն են տալիս գնահատելու S_{pamax} -երի և S_{pvmax} -երի արժեքները երկրաշարժերի տարբեր էներգիաների (մագնիտուդա կամ էներգետիկ դաս) դեպքում:

Սպեկտրների (S_{pa} և S_{pv}) հաշվարկը կատարվել է ազատ տատանման պարբերության (T) 15 արժեքների համար սկսած՝ $T = 0.05$ -ից մինչև $T = 3.0$ վրկ., մարման գործակցի միևնույն (հաստատուն) արժեքի դեպքում $\alpha = 0.16$ (Հազար, 1959; Hudson, 1979; Jennings, 2003):

$S_{pamax} = f(M)$ և $S_{pvmax} = f(M)$ կախվածությունները ներկայացվել են հետևյալ անսխաիկ տեսքով՝

$$S_{pmax} = a_0 10^{b_1 M}, \tag{1}$$

որտեղ M -ը երկրաշարժի մագնիտուդան է, S_{pmax} -ը արագության կամ արագացման հակազդումների առավելագույն արժեքներն են, իսկ a_0 -ն և b_1 -ն գործակիցներ են, որոնք որոշվել են ամենափոքր քառակուսիների մեթոդով (Բերезին, Жидков 1962; Демидович и др., 1962): S_{pamax} և S_{pvmax} արժեքների գրումը (дисперсия) հաշվարկվել է ընդունված բանաձևով՝ (Բերезին, Жидков 1962; Гмурман, 1977; Демидович и др., 1962)

Աղյուսակ 1

Կորելացիոն գործակիցների a_0, b_1 և միջին քառակուսիական շեղումների $lg \sigma [S_{pamax}], lg \sigma [S_{pvmax}]$ արժեքները

Կառույցների տիպը	Ազատ տատանումների պարբերությունների տիրույթները T , վրկ	$M = 4.7-6.1, \Delta \leq 24$ կմ					
		a_0	b_1	σ_0	b_1	$lg \sigma [S_{pamax}]$	$lg \sigma [S_{pvmax}]$
Կոշտ կառույցներ	0.05-0.3	1.668	0.377	0.092	0.356	0.233	0.241
Միջին ճկունության կառույցներ	0.4-1.0	1.661	0.342	0.076	0.392	0.269	0.215
Ճկուն կառույցներ	1.25-3.0	0.584	0.344	0.238	0.301	0.242	0.212
Բոլոր տիպի կառույցներ	0.05-3.0	2.361	0.347	0.163	0.344	0.216	0.173

$$\lg \sigma[y] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\lg \tilde{y} - \lg y_i]^2}{n-1}} \quad (2)$$

Կորելացիոն կախվածության գործակիցների, միջին քառակուսիական շեղումների արժեքները՝ արագացման և արագության հակազդումների սպեկտրների համար, բերված են աղյուսակ 1-ում:

Նշենք, որ Վ.Գ.Գրիգորյանի (1983) աշխատանքում $\tau(T, \alpha) = f(M)$ ($S_{PA} = f(M)$) կախվածությունների համար, $\lg \sigma[\tau(T, \alpha)]$ ($\lg \sigma[S_{PA}]$) շեղումների արժեքների փոփոխման տիրույթը գտնվել է 0.177-0.427 միջակայքում: Կորելացիոն կախվածությունների $S_{PAmax} = f(M)$ և $S_{PVmax} = f(M)$ գրաֆիկական պատկերները մագնիտուդային $M=4.7-6.1$ տիրույթի և էպիկենտրոնային $\Delta \leq 24$ կմ հեռավորության համար, բերված են նկար 1-ում:

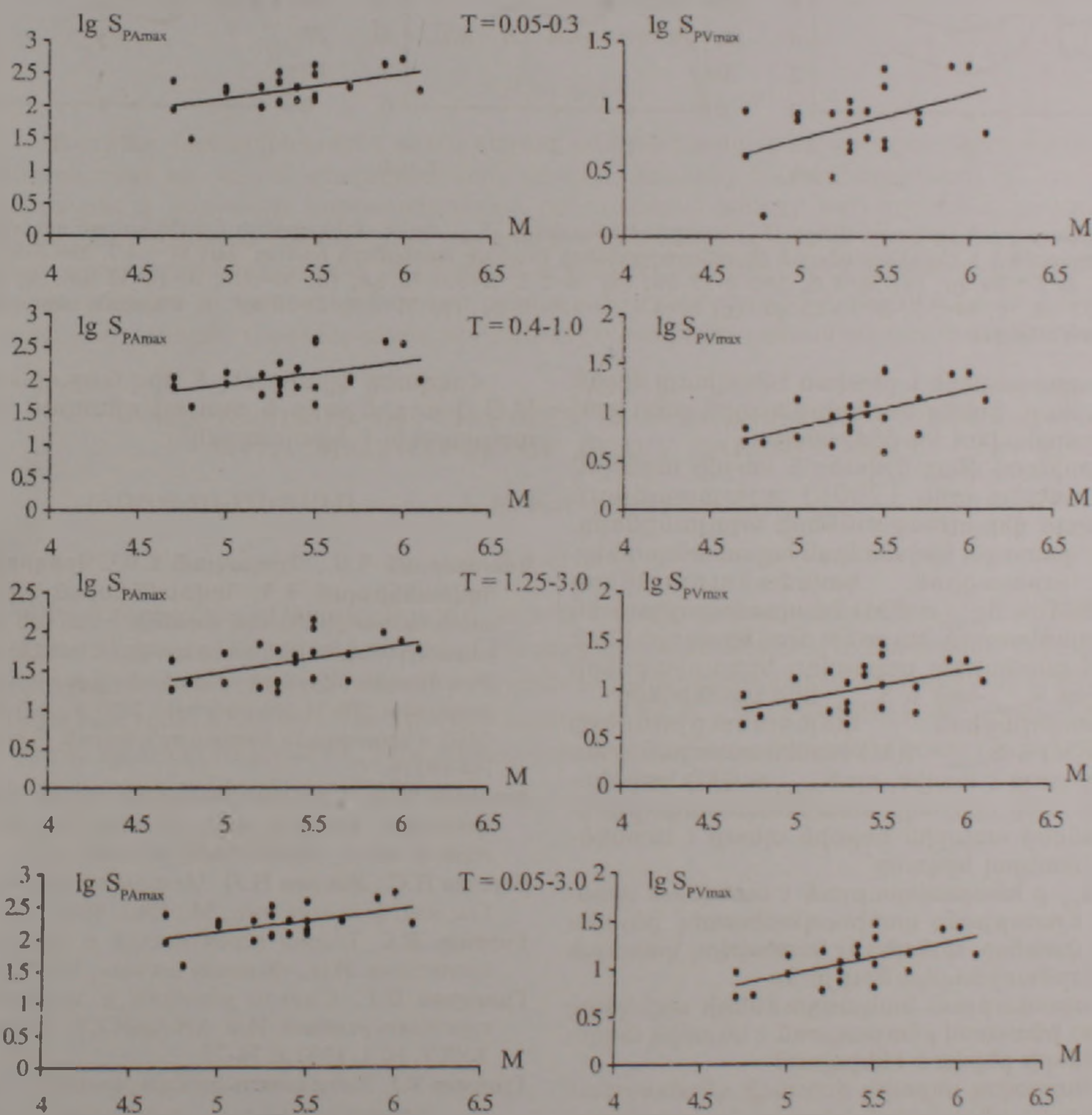
Գրաֆիկներից երևում է, որ պարբերությունների բոլոր արժեքների համար ընդհանուր դեպքում S_{PVmax} -ի աճը մագնիտուդաների արժեքների

աճմանը զուգընթաց կատարվում է փոքր-ինչ ավելի արագ, S_{PAmax} -ի հետ համեմատաբար:

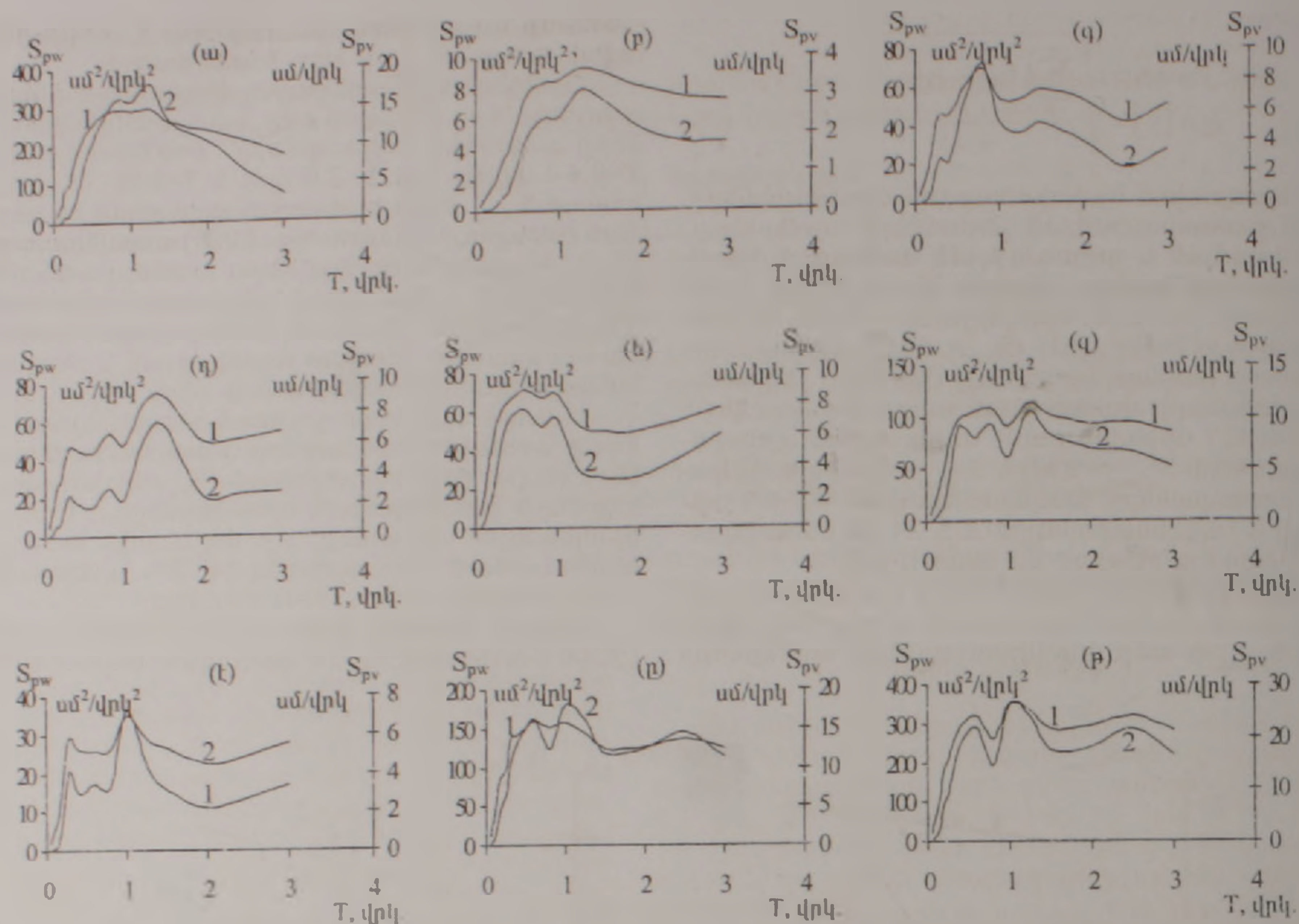
Համեմատելով սպեկտրալ վերլուծությունների արդյունքները տեսնում ենք, որ պարբերությունների առանձին տիրույթների ($T=0.05-0.3$ վրկ., $T=0.4-1.0$ վրկ., $T=1.25-3.0$ վրկ. և $T=0.05-3.0$ վրկ.) համար S_{PVmax} -երին համապատասխանում են բերված էներգիայի (Karapetyan, 2006) առավելագույն (S_{PWmax}) արժեքները, այլ կերպ ասած, բացառիկ նմանություն է նկատվում երկրաշարժի միևնույն մագնիտուդային (կամ էներգետիկ դասին) համապատասխանող, բերված արագության և բերված էներգիայի միջին սպեկտրների միջև:

Այս երևույթը շատ ցայտուն կերպով երևում է նկար 2-ում բերված՝ արագության հակազդումների (S_{PV}) և բերված էներգիայի (S_{PW}) միջին սպեկտրների գրաֆիկական պատկերներից: Որպես ելակետային տվյալներ, այս նպատակի համար, հիմնականում օգտագործվել են Ա.Գ.Նազարովի և Ռ.Ս.Դարբինյանի (1974) նյութերը:

Բացի դրանից ըստ Ջ.Կ.Կարապետյանի (2006) աշխատանքում ստացված տվյալների՝



Նկ. 1. $S_{PAmax} = f(M)$ և $S_{PVmax} = f(M)$ կախվածությունների գրաֆիկական պատկերները մագնիտուդային $M = 4.7-6.1$ տիրույթի և էպիկենտրոնային $\Delta \leq 24$ կմ հեռավորության համար:



Նկ. 2 Արագության հակազդումների (S_{pw}) և բերված էներգիայի (S_{pv}) միջին սպեկտրների գրաֆիկական պատկերները մագնիտուդաների և էպիկենտրոնային հեռավորությունների հետևյալ արժեքների համար: (ա) $M = 4.7$, $\Delta = 4.7-33$ կմ; (բ) $M = 4.8$, $\Delta = 3.0-26$ կմ; (գ) $M = 5.0$, $\Delta = 5.0-19$ կմ; (դ) $M = 5.2$, $\Delta = 6.0-12$ կմ; (ե) $M = 5.3$, $\Delta = 16-32$ կմ; (զ) $M = 5.5$, $\Delta = 5.0-27$ կմ; (է) $M = 5.7$, $\Delta = 10-15$ կմ; (ը) $M = 6.9$, $\Delta = 6.9-30$ կմ; (ր) $M = 6.9$, $\Delta = 30$ կմ: 1. Բերված արագություն: 2. Բերված էներգիա:

բերված արագացման և բերված էներգիայի միջին սպեկտրները, իրենց հաճախակային բնույթով խիստ տարբերվում են միմյանցից:

Ամփոփելով վերը նշվածը և իաշվի առնելով Ջ.Կ.Կարապետյանի (2006) աշխատանքում կատարված վերլուծությունների արդյունքները, կարելի է կատարել նախնական եզրահանգումներ:

- Կորելացիոն կախվածությունները $S_{P_{max}} = f(M)$ և $S_{PV_{max}} = f(M)$ հնարավորություն են տալիս գանկացած հայտնի մագնիտուդաների դեպքում գնահատել սպասվող երկրաշարժերի հնարավոր $S_{P_{max}}$ -երի և $S_{PV_{max}}$ -երի արժեքները:

- Կորելացիոն կախվածությունների $S_{P_{max}} = f(M)$ և $S_{PV_{max}} = f(M)$ համեմատական գնահատումը ցույց է տալիս, որ $S_{PV_{max}} = f(M)$ կախվածությունն ունի որոշակի առանձնահատկություններ, որոնցից առաջին հերթին պետք է առանձնացնել հետևյալ երկուսը:

1. S_{PV} -ը հնարավորություն է ստեղծում առավել մեծ ճշտությամբ կանխագնահատել ինչպես սեյսմիկ վտանգը, այնպես էլ կառուցվող կառույցի երկրաշարժադիմացկունությունը:

2. արագության հակազդումների սպեկտրը (S_{pw}) որոշ իմաստով բնութագրում է սեյսմիկ ազդեցությունների բերված էներգիան:

- Սպասվող սեյսմիկ վտանգի գնահատման համար որոշ դեպքերում նպատակահարմար է օգտագործել արագության հակազդումների սպեկտրը (S_{pw}):

Հոդվածը գրախոսել է ֆիզ.մաթ.գիտ.դոկտոր Ս.Ս.Դարբինյանը և տալով դրական կարծիք, առաջարկել է հրատարակել:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Գասպարյան Յ.Ս., Գյոդակյան Է.Գ., Գրիգորյան Վ.Գ., Հովհաննիսյան Յ.Յ., Հովհաննիսյան Ս.Ս. Հայաստանի տարածքի սեյսմիկ վտանգի 1: 200 000 մասշտաբի քարտեզը (նախնական տարբերակ): ՀՀ ԳԱԱ հիմնադրման 60-ամյակին նվիրված գիտական աշխատությունների ժողովածու (28-31 հոկտեմբերի, 2003 թ., ք.Գյումրի): ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն, Գյումրի, 2004, 184-193 էջ:

Алтикаев Ф.Ф. Сильные движения грунта при землетрясениях. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени доктора. ф.-м. н., ОИФЗ РАН, М.: 2001, 47 с.

Березин И.С., Жилков Н.П. Методы вычислений, том I. Гос. изд. физ.-мат. лит., М.: 1962, 464 с.

Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Изд. «Высшая школа», М.: 1977, 479 с.

Григорян В.Г. Спектр реакции в зависимости от грунтовых условий. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XXXV, № 1, 1982, с.74-77.

Григорян В.Г. Зависимость спектра реакции от магнитуды и эпицентрального расстояния сильного землетрясения. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XXXVI, № 1, 1983, с.57-62.

Григорян В.Г. Основная задача теории количественного сейсмического районирования (на примере территории Армении). ВНИИТПИ, М.: Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2005, № 5, с. 42-43.

Гусев А.А. О сейсмологической основе норм сейсмостойкого строительства в России. Физика Земли, М.: 2002, №12, с.56-70.

Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Гос. изд. физ.-мат. лит., М.: 1962, 367 с.

Карапетян Дж.К. Метод объективной оценки сейсмического воздействия. Мат. VI всеукраинской научно-технической конференции "Строительство в сейсмических районах Украины". 2006, с.147-150.

Назаров А.Г. Метод инженерного анализа сейсмических сил. Изд. АН АрмССР, Ереван:1959, 284 с.

Назаров А.Г., Дарбинян С.С. Основы количественного определения интенсивности сильных землетрясений. Изд. АН АрмССР, Ереван: 1974. 165 с.

Anderson, J.G.. Strong-Motion Seismology. International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Volume 81B, Part B. 2003, pp.937-965.

Campbell K.W. Strong-Motion Attenuation Relations. International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Volume 81B, Part B. 2003, pp. 1003-1012.

Hudson, D.E. Reading and Interpreting Strong Motion Accelerograms. Earthquake Engineering Research Institute, Berkeley, California, 112 pp.

Jennings P.C. An Introduction to the Earthquake Response of Structures. International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, Volume 81B, Part B. 2003, pp.1097-1125.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРОВ РЕАКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАГНИТУД СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Дж. К. Карапетян

Резюме

В статье рассматривается метод оценки количественных параметров сейсмического воздействия на основе статистических оценок. Анализу были подвержены 62 акселерограммы и получены корреляционные соотношения между магнитудой и спектром реакции по ускорению и скорости для эпицентральных расстояний ($\Delta \leq 24 \text{ км}$). Основным выводом состоит в следующем: для оценки сейсмической опасности в некоторых случаях целесообразно использовать спектр реакции по скорости (S_{pv}), поскольку он в определенном смысле характеризует приведенную энергию сейсмического воздействия.

MECHANISMS OF CHANGES IN SPECTRUM RESPONSE WITH MAGNITUDE OF HEAVY EARTHQUAKES

J. K. Karapetyan

Abstract

The objective of this article is to discuss method of quantitative parameters of seismic influence on the basis of statistical estimates. 62 accelograms were subjected to examination and correlation relations were received between magnitude and acceleration and velocity spectrum response for the near zone ($\Delta \leq 24 \text{ km}$). The main conclusion is as follows: it is expedient to use in some cases velocity spectrum response (S_{pv}) for seismic hazard estimation as it to some extent characterizes the given energy of seismic influence.