

**ՎԱՅՈՑ ՉՈՐԻ ՄԱՐԶԻ ՏԱՐԱԾՔԻ ՄԵՅՍՄԻԿ ՎՏԱՆԳԻ ԵՎ ԲՆԱԾԻՆ
ԵՐԿՐԱՐԱՆԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՀԱՄԱԼԻՐ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ**

**© 2011 թ. Մ.Ա. Ավանեսյան, Բ.Ռ. Դուրգարյան, Մ.Հ. Բաբայան,
Լ.Ս. Ասատրյան, Մ.Ռ. Գևորգյան, Մ.Հ. Սիմոնյան, Ա.Ռ. Առաքելյան,
Ս.Ռ. Առաքելյան, Ա.Ս. Սկրտչյան**

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների Ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պող., 24ա, Հայաստանի Հանրապետություն
e-mail: georisk@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն՝ 29.10.2010 թ.

Հոդվածում ներկայացված են ՀՀ Վայոց Ձորի մարզի տարածքում առաջին անգամ կատարված սեյսմիկ վտանգի համալիր գնահատման արդյունքները: Կատարվել է մարզի տարածքի մանրամասն սեյսմիկ շրջանացում: Սեյսմիկ վտանգի գնահատումը իրականացվել է հավանականային և դետերմինիստիկ մոտեցումներով: Աշխատանքում քննարկվել է տարածաշրջանի համար առավել ընդունելի և մի շարք հայտնի հեղինակների կողմից կառուցված մարման մոդելներ, որոնք կիրառվել են սեյսմիկ վտանգի գնահատման հաշվարկներում: Մոդելների մասն քաղաքականությունը կիրառվել է ՀՀ Վայոց Ձորի մարզի տարածքի սեյսմիկ վտանգի օբյեկտիվ գնահատման նպատակով:

Վայոց Ձորի բնակավայրերի գլխավոր հատակագծերի, ինչպես նաև հեռանկարային զարգացման ծրագրերի իրականացման համար չափազանց կարևոր է սեյսմիկ վտանգի իրական աստիճանը, որը պայմանավորված է տարածքում կամ նրանից վտանգավոր հեռավորության վրա գտնվող ակտիվ տեկտոնական կառույցների, ինչպես նաև նախկինում տեղի ունեցած ուժեղ երկրաշարժի օջախների (735 թ., 906 թ.) առկայությամբ և նրանց դիրքով: Այս աշխատանքում փորձ է արվել համալիր մոտեցումների միջոցով ստանալ Վայոց Ձորի մարզի սեյսմիկ վտանգի օբյեկտիվ գնահատականները:

Երկրաբանական և տեկտոնական տեսակետից Վայոց Ձոր մարզի տարածքն ունի բավականին բարդ կառուցվածք: Այն պայմանավորված է տարածաշրջանում երկու խոշոր տեկտոնական կառույցների՝ Երևան-Օրդուրադի մեգասինկլինորիումի և Ուրց-Հայոցձորի բլոկ-անտիկլինորիումի միակցմամբ (Габриелян и др 1981):

Երևան-Օրդուրադի մեգասինկլինորիումը ուսումնասիրվող տարածքում ներկայացված է Եղեգնաձորի գրաբեն-սինկլինարիումով, որի կազմում լայնորեն տարածված են պալեոգենի (միջին և վերին էոգենի և օլիգոգենի) հրաբխածին, հրաբխանստվածքային և նստվածքային ապարները: Վերջիններս պատռվում են տարահասակ և տարակազմ բազմաթիվ ներժայթքային և մերձհրաբխային մարմիններով, ինչպես նաև դայկաներով ու սիլերով ներկայացված դիորիտներով, քվարցային դիորիտներով, անդեզիտներով և տրախիանդեզիտներով: Բացի այդ Եղեգնաձորի գրաբեն-սինկլինարիումի կազմում տարածում ունեն

չորրորդական հասակի և ժամանակակից հրաբխային առաջացումները՝ Վայոց սարի, Սմբաթասարի և այլ լավային հոսքերը (Արաքեյան, 1964; Габриелян и др., 1981; Аванесян и др., 2004):

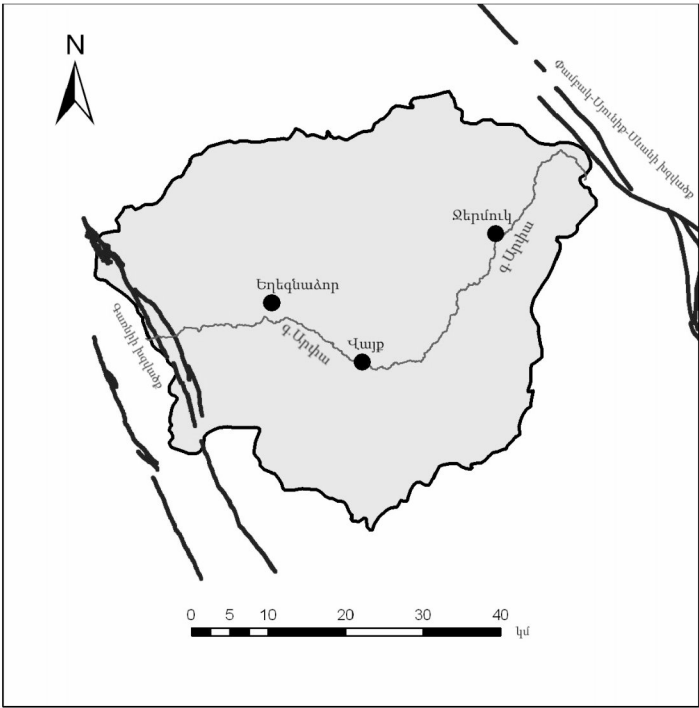
Ուրց-Հայոցձորի բլուկ անտիկլինորիումի կազմում գլխավորապես մասնակցում են բարդ ծալքավորված ու խզվածքային խախտումներով տեղաշարժված պալեոզոյի և մասամբ մեզոզոյի նստվածքային ապարները ներկայացված՝ կրաքարերով, կավային թերթաքարերով, քվարցացված ավազաքարերով և քվարցիտներով, կոնգլոմերատներով, կրային ավազաքարերով և այլն (Արաքեյան, 1964; Габриелян и др., 1981; Варданян, 1978):

Ընդհանուր առմամբ այս երկու հիմնական կառուցվածքային տարրերը բեկորացված են տարակողմնորոշված բեկվածքներով, որոնք ընդհանուր կառուցվածքին տալիս են խճապատկերային և ծալքա-թեփուկաձև տեսք:

Սեյսմատեկտոնական մոդել

Ելնելով աշխատանքի առանձնահատկություններից (հետազոտության մանրամասնությունից) և վերջին տարիների ընթացքում ստացված նոր տվյալներից, կատարվել են երկրաշարժի հնարավոր օջախների (ԵՀՕ) գոտիների պարամետրերի որոշ ճշգրտումներ:

Ուսումնասիրվող տարածքի համար առավել վտանգավոր ազդեցություն կարող են ունենալ Փամբակ-Սևան-Սյունիքի, Գառնիի բեկվածքային գոտիները, որոնք էլ ընտրվել են վտանգի գնահատման համար (նկար 1):



Նկար 1. Ուսումնասիրվող տարածքի սեյսմատեկտոնական մոդելը

Փամբակ-Սևան-Սյունիքի ակտիվ բեկվածքը (ՓՍՍԲ)

Այս բեկվածքի մոտակա ճակատը անցնում է մարզի արևելյան սահմաններով՝ հարավ-արևելքից հյուսիս-արևմուտք, մարզկենտրոն Եղեգնաձորից ~ 45 կմ հեռավորության վրա և իրենից բարձր սեյսմիկ վտանգի աղբյուր է ներկայացնում: Փամբակ-Սևան-Սյունիքի բեկվածքն ունի 490 կմ երկարություն, իսկ ըստ սեզմենտների՝ մոտ 1000 կմ ընդհանուր երկարություն: Այդ գոտու առավելագույն մագնիտոդային պոտենցիալը գնահատված է՝ $M_{\max}=7.4$: (Karakhanian et al., 2004)

Գառնիի ակտիվ բեկվածքը (ԳԲ)

Գառնիի բեկվածքը կազմված է 3 սեզմենտներից՝ Հալավարի (Լեռնաջուրի, 66 կմ), Գառնիի (73 կմ) և Ելփինի (83 կմ), (Karakhanian et al., 2004): Միջին ազիմուտը կազմում է $N 150^\circ$, այն ունի մոտ 290 կմ երկարություն: Կինեմատիկայի հորիզոնական բաղադրիչը աջ կողաշարժային է, իսկ ուղղաձիգը՝ փոփոխական, ըստ սեզմենտների: Գառնիի բեկվածքի երկարությամբ ամենուրեք արձանագրվում է աջակողմյան տեղաշարժեր մինչև 200 մ ամպլիտուդով: Բեկվածքի զուգահեռականին մոտ տարածում ունեցող սեզմենտներում աջակողմյան տեղաշարժերը զուգակցվում են վերնետային տեղաշարժերի հետ, իսկ միջօրեականին մոտ տարածում ունեցող սեզմենտներում վարնետային տեղաշարժերի հետ (Karakhanian et al., 2004):

Վայոց Ձորի մարզի համար առավելագույն սեյսմիկ վտանգը կապված է Գառնիի բեկվածքի հետ: Բեկվածքի մոտակա քեր անցնում է մարզի արևմտյան սահմանով հարավ-արևելքից հյուսիս-արևմուտք՝ Խաչիկ-Արենի-Չիվա-Ելփին ուղղությամբ և մարզկենտրոն Եղեգնաձորից ~ 16 կմ հեռավորության վրա:

Բազմաթիվ պատմական երկրաշարժեր են տեղի ունեցել այս բեկվածքի երկայնքով, որոնցից ամենահզորներն են Վայոց Ձորի 735թ. ($M=6.5$), Ելփինի 906թ. ($M=7.0$), Գառնիի 1679թ. ($M=7.0$), Ծաղկաձորի 1828թ. ($M=7.0$) և Սպիտակի 1988թ. ($M_s=7.0$) երկրաշարժերը:

Այս բեկվածքային գոտու $M_{\max}=7.1$:

Ընտրված ԵՀՕ գոտիների $M_{\max}$ որոշվել է ակտիվ բեկվածքների տվյալների բազայի, ուժեղ գործիքային, պատմական ու նախապատմական երկրաշարժերի տվյալների հիման վրա:

Սեյսմիկ վտանգի գնահատում

Վայոց Ձորի մարզի տարածքի սեյսմիկ վտանգի գնահատումն իրականացվել է ղետերմինիստական և հավանականային մեթոդներով: Աշխատանքների արդյունքում կազմվել է սեյսմիկ վտանգի քարտեզները: Վտանգի գնահատումն իրականացվել է 3 հիմնական փուլով՝

1. ԵՀՕ գոտիների անջատում (սեյսմատեկտոնական մոդելի ճշգրտում):

2. Գրունտի արագացումների մարման մոդելի ընտրություն:

3. Սեյսմիկ ազդեցությունների հաշվարկ:

Մարման մոդելների ընտրությունը

Ինչպես արդեն նշվեց, գրունտի արագացումների մարման մոդելի ընտրությունը ամենակարևոր խնդիրներից մեկն է վտանգի հաշվարկի հարցում:

Հայաստանի Հանրապետության համար չկան հատուկ մշակված, համապարփակ նշանակություն ունեցող մարման մոդելներ: Դա հիմնականում պայմանավորված է գրունտների ուժեղ շարժումների (արագացումների) գործիքային գրանցումների պակասով: Այդ պատճառով, ելնելով հետազոտությունների կոնկրետ խնդիրներից, տարբեր հեղինակներ և կազմակերպություններ օգտագործում են աշխարհի այլ սեյսմասկտիվ գոտիների համար ստացված զանազան մարման մոդելներ: Մոդելների ընտրությունը կատարվել է ելնելով հետևյալ հիմնարար սկզբունքներից.

1. Ուսումնասիրություններում բոլոր հաշվարկներն իրականացվում են միջին գրունտային պայմանների համար: Հետևաբար անհրաժեշտ է օգտագործել այն ֆունկցիաները, որտեղ առկա են միջին գրունտների համար անհրաժեշտ գործակիցներ ($600 \text{ մ/վ} < V_s < 750 \text{ մ/վ}$);

2. Վայոց Ձորի տարածքի սեյսմատեկտոնական մոդելի հիման վրա առանձնացվել են 2 ԵՀՕ գոտիներ, որոնց մագնիտուդային պոտենցիալը կազմում է 7,0;

3. ՀՀ տարածքի համար ուժեղ երկրաշարժերի ($M \geq 6.0$) սեյսմասկտիվ շերտի բնութագրիչ խորությունը գտնվում են $5 \text{ կմ} \leq H \leq 15 \text{ կմ}$ տիրույթում;

Ելնելով վերը նշվածից և օգտագործելով Ջ.Դուգլասի (Douglas, 2001) աշխատությունը, որտեղ ամփոփված են տվյալներ աշխարհի տարբեր շրջանների համար մշակված մարման մոդելների վերաբերյալ, Վայոց Ձորի տարածքի համար նախնական փուլում ընտրվել են գրունտների արագացումների մարման հետևյալ 5 աշխատանքային ֆունկցիաները՝

Սադիխ-Էզան (1998): Մարման ֆունկցիան ստացվել է բազմաթիվ սեյսմիկ գործիքային տվյալների վերլուծության արդյունքում, այդ թվում՝ Կալիֆորնիայի 274 աքսելերոգրամների, որոնք գրանցվել են սեյսմիկ հատկություններով միջին կարգի գրունտներին համապատասխանող ապարների վրա (լայնական ալիքների տարածման արագությունները կազմել են $V_s \leq 750 \text{ մ/վ}$): Այս բանաձևի 1998թ. տարբերակը՝ հեղինակների նոր ճշգրտված գործակիցներով (1), օգտագործվել են Վայոց Ձորի տարածքի սեյսմիկ վտանգի հաշվարկների համար:

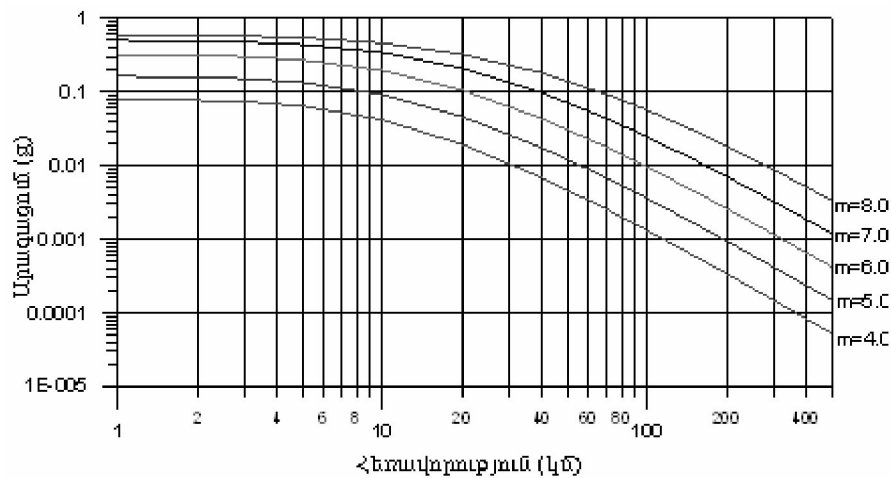
$$\ln \text{PGA} = -1.274 + 1.1M - 2.1 \ln [r_{\text{rup}} + \exp(-0.48451 + 0.524M)], \sigma = 0.3 \quad (1)$$

որտեղ՝ $r_{\text{rup}} = (R^2 + h^2)^{1/2}$, PGA-ն՝ գրունտի առավելագույն արագացումն է արտահայտված g-ի միավորներով, $h=10 \text{ կմ}$; R - էպիկենտրոնի հեռավորությունն է, σ - ստանդարտ շեղումն է (նկար 2):

Բուր-Ջոյներ (1997): Բանաձևը կազմված է հիմնականում Կալիֆորնիայի երկրաշարժերի գրանցումների հիման վրա: Բանաձևի ճշտության սահմաններում ՀՀ տարածքում գրանցված երկրաշարժերից առաջացած ազդեցությունները բավարարում են այս մարման ֆունկցիայով հաշվարկված արագացումների արժեքներին:

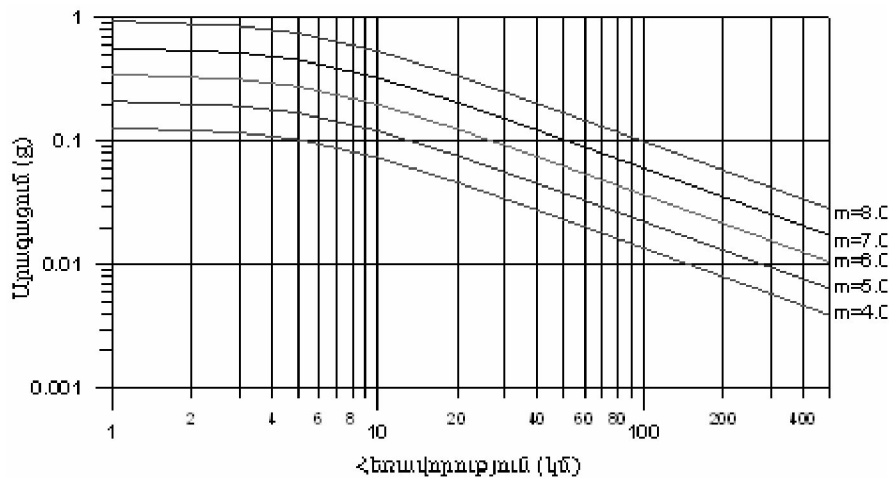
$$\lg Y = -0.038 + 0.216(M-6) - 0.777 \lg r + b_6 G_b + b_7 G_c, \sigma = 0.205 \quad (2)$$

որտեղ Y-ը՝ գրունտի առավելագույն արագացումն է արտահայտված g-ի



Նկար 2. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Սադիխ-Էզանի բանաձևի

միավորներով, $h=5,48$ կմ, $G_b=0$ և $G_c=0$ Vs>750 մ/վ լայնական ալիքների տարածման արագության համար, $r=(R^2+h^2)^{1/2}$ - հիպոկենտրոնային հեռավորությունն է (նկար 3):

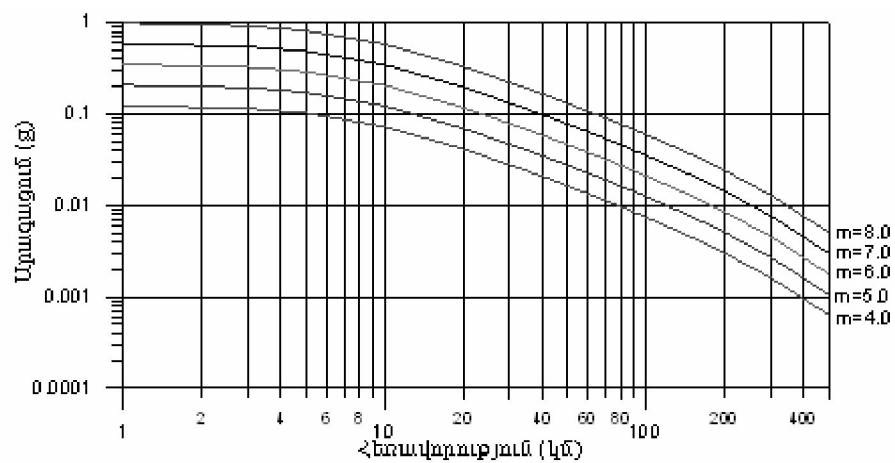


Նկար 3. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Բոր-Ջոյների բանաձևի

Տենտո (1992) : Այս մարման ֆունկցիայի ստացման համար օգտագործվել են 10–40 կմ էպիկենտրոնային հեռավորություններ ունեցող երկրաշարժերի կառույցներից դուրս կատարված գործիքային գրանցումները, ինչը համապատասխանում է տվյալ աշխատանքի հեռավորությունների հաշվարկային տիրույթին:

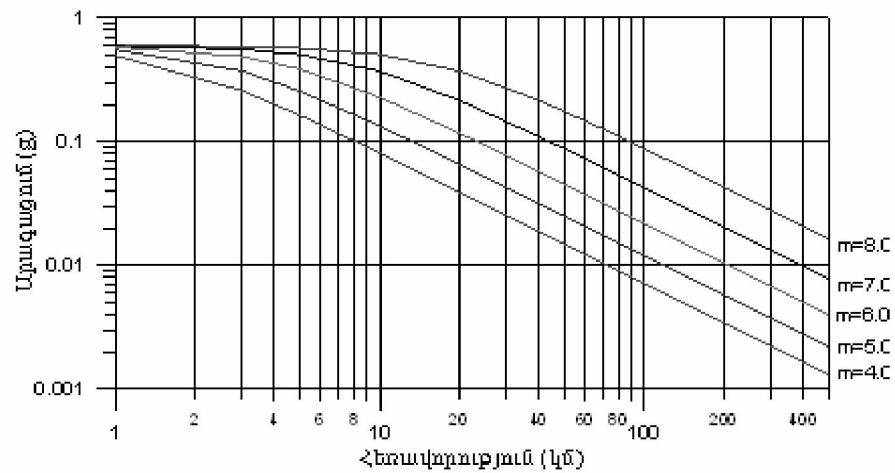
$$\ln PGA \text{ (gal)} = 4.73 + 0.52M - \ln R - 0.00216R, \sigma = 0.67 \quad (3)$$

որտեղ՝ $R = (d^2 + h^2)^{1/2}$ հիպոկենտրոնային հեռավորությունն է; d- էպիկենտրոնային հեռավորությունն է, իսկ h-ը՝ երկրաշարժերի օջախների միջին խորությունը (նկար 4):



Նկար 4. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Տեննոտի բանաձևի

Քենփրլ-Բոգորնիայ (2000) : Այս մարման ֆունկցիայի ստացման համար օգտագործված երկրաշարժերի գործիքային գրանցումների մեծամասնության մագնիտուդները կազմում են $6,0 \leq Ms \leq 7,0$, իսկ երկրաշարժերի բնութագրիչ խորությունը չի գերազանցում 25 կմ: Գործիքային գրանցումների էպիկենտրոնային հեռավորությունները սահմանափակված են $R \leq 60$ կմ տիրույթով, մեր դեպքում ԵՀՕ գոտիների մեծամասնությունը գտնվում են ուսումնասիրվող տարածքի սահմաններից ոչ հեռու քան 60 կմ հեռավորության վրա (նկար 5):



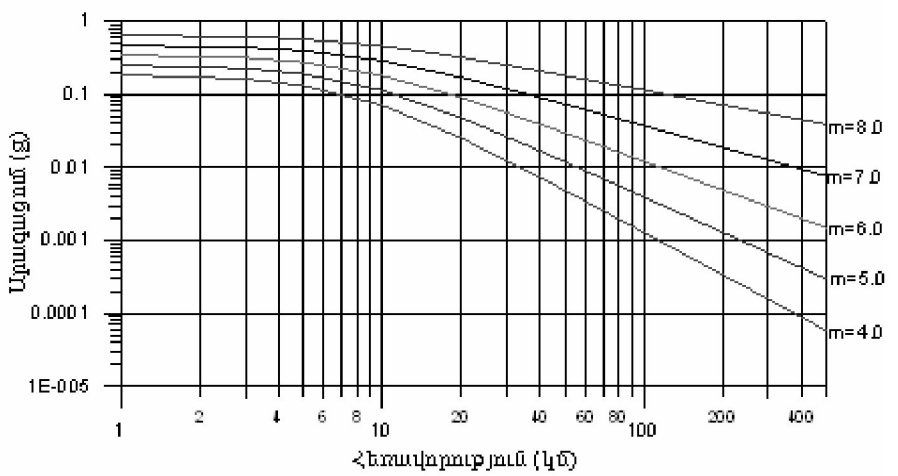
Նկար 5. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Քենփրլ-Բոգորնիայի բանաձևի

$$\ln PGA(g) = -4.033 + 0.812M_w + 0.036(8.5 - M_w)^2 - 1.061 \ln \{ R_s^2 + [(0.041 - 0.005) \exp(0.766M_w + 0.034 \{ 8.5 - M_w \}^2)]^2 \}^{1/2} - 0.138, \sigma = 0.465. \tag{4}$$

Ամբրասեյս (2005) : Օգտագործված ակսելերոգրամաների 40% գրանցված են ժայռային գրունտների վրա, արագությունների 360 մ/վ < V_s < 750 մ/վ տիրույթում:

$$\lg y = 2.522 - 0.142M_w + (-3.184 + 0.314M_w) \lg(d^2 + 7.6^2)^{1/2} + 0.137S_s + 0.05S_A - 0.084F_N + 0.062F_T - 0.044F_O, \sigma = 0.5774 - 0.0561M_w \tag{5}$$

որտեղ d=d_f՝ հեռավորությունն է դիտարկման կետից մինչև բեկվածքի սրունկցիան երկրի մակերես (բեկվածքային հեռավորություն, կամ Բուր-Ջոյների հեռավորություն); d=d_c էպիկենտրոնային հեռավորություն՝ օգտագործվել է M_w ≤ 6,0 երկրաշարժերի մեծամասնության համար, որոնց համար խզվածքները որոշված չեն (նկար 6):



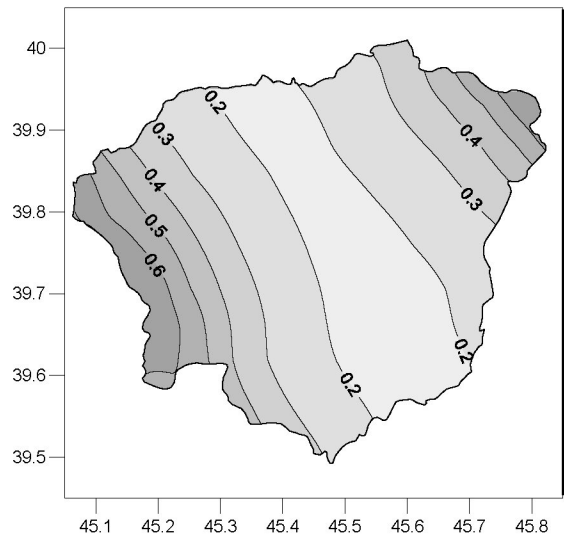
Նկար 6. Գրունտի արագացման մարումը կախված հեռավորությունից, ըստ Ամբրասեյսի բանաձևի

Սուրյեկտիվ գործոնի ազդեցությունից խուսափելու նպատակով, բոլոր ընտրված մոդելներին հաշվարկի ժամանակ տրվել են հավասար կշռային գործակիցներ:

Սեյսմիկ վտանգի դետերմինիստական գնահատում
 Սեյսմիկ վտանգի դետերմինիստական գնահատումը կատարվել է ընդունված սեյսմատեկտոնական մոդելի հիման վրա: Յուրաքանչյուր գոտու համար որոշվել է մագնիտուդի առավելագույն պոտենցիալը: Հետազոտվող տարածքը բաժանվել է 5 × 5 կմ քայլով ցանցի, և ցանցի հանգույցներում հաշվարկվել են գրունտի առավելագույն արագացումների արժեքները: Արդյունքում կառուցվել է 5 տարբեր սեյսմիկ վտանգի

քարտեզներ, ըստ գրունտի արագացման և մարման կախվածության նախօրոք ընտրված 5 բանաձևերի: Վտանգը գնահատվել է գրունտի հորիզոնական արագացումների միավորներով (g-ով):

Հետազոտվող տարածքի սեյսմիկ վտանգի վերջնական քարտեզը (նկար 7) կառուցվել է սեյսմիկ վտանգի արժեքների միջինացման եղանակով:



Նկար 7. Սեյսմիկ վտանգի դետերմինիստիկ արժեքների միջինացված քարտեզ (առավելագույն հորիզոնական արագացումները g-ի միավորներով)

Բերված դետերմինիստիկ եղանակով հաշվարկված քարտեզից երևում է, որ Վայոց Ձորի մարզի տարածքի գնահատված առավելագույն հորիզոնական արագացման արժեքը գտնվում է 0.2-0.6g տիրույթում:

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատում

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային վերլուծությունը բույլ է տալիս գնահատել երկրաշարժից առաջացած գրունտի տատանումների տարբեր մակարդակների գերազանցման հավանականությունը որոշակի ժամանակահատվածի ընթացքում, կոնկրետ կետի համար (Budnitz et al., 1997), NUREG/CR-6372):

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատման մեթոդաբանությունը մանրամասնորեն նկարագրված է գրականության մեջ (Reiter 1990; Kramer, 1996) և այլն:

Սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատման գլխավոր դրույթներից մեկն այն է, որ երկրաշարժերի առաջացումը ժամանակային տիրույթում ենթարկվում է Պուասոնի բաշխմանը: Այդ դրույթը անհամատեղելի է նախացնցումներ և հետցնցումներ պարունակող տվյալների

հետ: Այդ իսկ պատճառով երկրաշարժերի կատարողից հեռացվել են բոլոր փոխկապակցված իրադարձությունները:

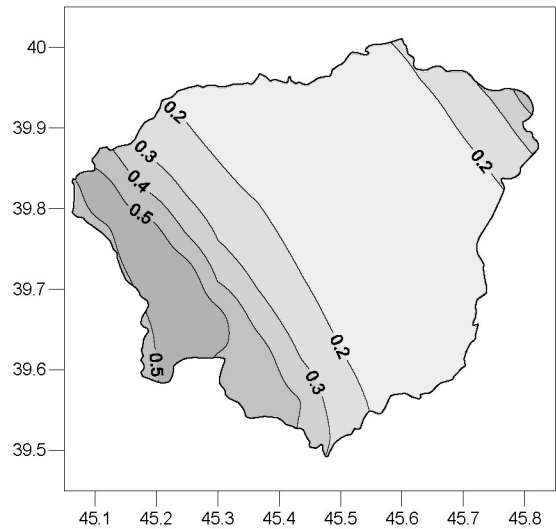
Յուրաքանչյուր սեյսմածին գոտու համար հաշվարկվել են տարբեր մագնիտուդի երկրաշարժերի կրկնելիությունները ըստ Գոտենբերգ-Ռիխտերի բանաձևի:

$$\lg N (m \geq M) = -b(M - M_0) + a, \quad (7)$$

որտեղ N-ը՝ $M > M_0$ մագնիտուդով երկրաշարժերի կումուլյատիվ քանակն է, M_0 - նվազագույն մագնիտուդն է տվյալ գոտու համար: Յուրաքանչյուր ԵՀՕ գոտու համար որոշված a, b և $M_{\max}$ արժեքները օգտագործվել են վտանգի հաշվարկի համար:

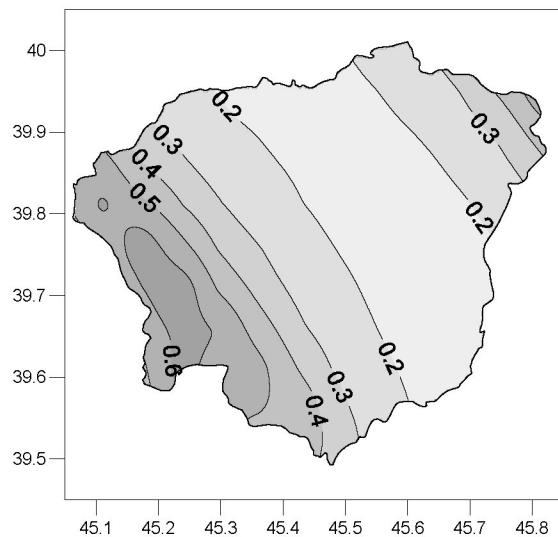
Հաշվարկները կատարվել են Seisrisk-3 (Bender et al., 1987) համակարգչային ծրագրով: Երկրաշարժի օջախի տարածական դիրքը և մարման օրինաչափություններն իրենց մեջ որոշակի անորոշություններ են պարունակում: Ծրագիրը բույլ է տալիս հաշվի առնել այդ անորոշությունները, ինչը իր հերթին բույլ է տալիս խուսափել անհիմն բարձր կամ ցածր վտանգի արժեքներից:

Սեյսմիկ վտանգի գնահատման հավանականային քարտեզները հաշվարկվել են 100 և 250 տարում առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ (նկարներ 8,9):

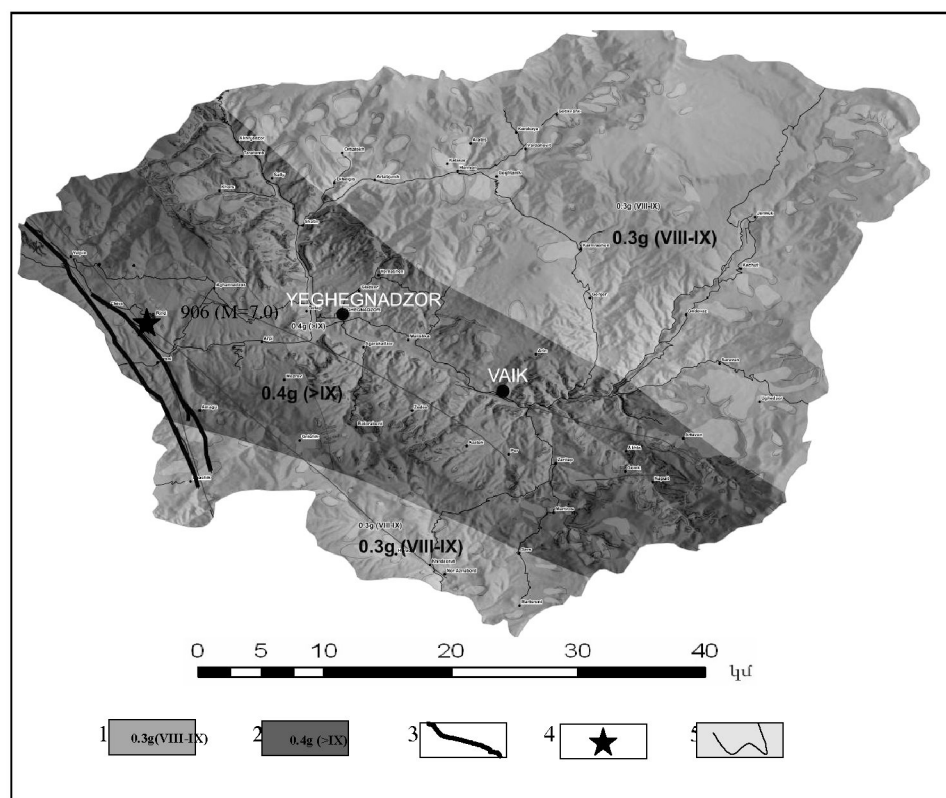


Նկար 8. Սեյսմիկ վտանգի միջինացված արժեքների հավանականային քարտեզ 100 տարի ժամանակահատվածի համար և առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ:

Բնածին երկրաբանական երևույթների համալիր գնահատում Վայոց Ձորի տարածքի համար վտանգ են ներկայացնում ոչ միայն հնարավոր երկրաշարժերը, այլ նաև ակտիվ բեկվածքների գոտիներում



Նկար 9. Մեյամիկ վտանգի միջինացված արժեքների հավանականային քարտեզ 250 տարի ժամանակահատվածի համար և առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ



Նկար 10. Վայոց Ձորի մարզի տարածքի մեյամիկ վտանգի և երկրադինամիկական պրոցեսների բաշխվածության համադրված քարտեզ: Պայմանական նշաններ՝ 1, 2 - գրունտի սպասվող առավելագույն հորիզոնական արագացումների արժեքները ց-ի մասերով և ինտենսիվությամբ, ըստ ՀՀՇՆ II-6.02-2006, 3 - ակտիվ խզվածքներ, 4 - 906թ. Երփինի երկրաշարժի էպիկենտրոն, 5 - գրավիտացիոն երևույթներ:

լայն տարածում ունեցող այնպիսի գեոդինամիկական գործընթացներ, ինչպիսիք են սողանքները, քարաքափերը, փլուզումները, գրունտերի սոլիֆիկացիան և դանդաղ կրիպային շարժումները և այլն, որոնք զգալիորեն ավելացնում են վտանգի չափը:

Բացի այդ, տեկտոնապես ակտիվ տարածքները, որոնց շարքին է պատկանում նաև Վայոց Ձորի մարզը, բնութագրվում են խիստ կտրտված ռելիեֆով, զառիքափ և մեծ թեքություն ունեցող լանջերով, ինչը նույնպես անհրաժեշտ է հաշվի առնել տարածքի երկրաբանական պրոցեսների վտանգը գնահատելիս:

Համաձայն ՀՀՇՆ-II-6.02-2006 սեյսմակայուն շինարարության նախագծման նորմերի, այն տարածքներում, որոնք գտնվում են ակտիվ բեկվածքներից 10 կմ հեռավորությամբ գոտու մեջ, սկզբնական առավելագույն հորիզոնական արգագման արժեքը պետք է բազմապատկվի 1.2 գործակցով: Նույն 1.2 գործակիցը պետք է կիրառվի նաև 15 աստիճան և ավել թեքություն ունեցող լանջերի համար:

Այսպիսի տարաբնույթ գործոնների ազդեցությունը գնահատելու և համատեղ վերլուծելու համար կիրառվել են աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը (ԱՏՀ): Հաշվարկները կատարվել են IDRISI Andes և ArcGIS 9.3 ծրագրերի միջոցով: Գեոդինամիկ գործընթացների բաշխվածության քարտեզի համար օգտագործվել են հետևյալ թվային շերտերը.

- Տարածքի սեյսմիկ գոտիավորում ըստ ՀՀՇՆ-II-6.02-2006
- Ակտիվ բեկվածքներ
- Սողանքներ
- Լանջային գրավիտացիոն գործընթացներ
- Տարածքի բարձրությունների թվային մոդելը (ԲԹՄ)

Սկզբում հաշվարկվել է ակտիվ խզվածքներից 10 կմ լայնությամբ բուֆերային գոտին: Հաջորդ քայլով բարձրությունների թվային մոդելից (ԲԹՄ) հաշվարկվել են լանջերի թեքությունները և այնտեղից ընտրվել են 15 աստիճանից բարձր թեքություն ունեցող տարածքները: Բոլոր շերտերը միմյանց հետ համադրելու ընթացքում որպես նոր շերտ առանձնացվել են այն տարածքները, որոնք միաժամանակ ընկած էին 0.4g արագացմամբ և ակտիվ բեկվածքների 10 կմ բուֆերային գոտիների ներքո, և այդ տարածքների արագացման արժեքը բազմապատկվել է 1.2 գործակցով (համապատասխան ՀՀՇՆ-II-6.02-2006 նորմատիվային փաստաթղթին, 2006թ.), դառնալով 0.48g:

Նույն գործակիցը կիրառվել է նաև 15° և ավել թեքություն ունեցող լանջային գոտիների վրա: Համադրելով բոլոր շերտերը սեյսմիկ գոտիավորման և սողանքների շերտերի հետ, ստեղծվել է վտանգավոր երկրաբանական երևույթները արտահայտող վերջնական, համալիր քարտեզը:

Եզրակացություններ

1. Երկրաբանական և տեկտոնական տեսակետից Վայոց Ձոր մարզի տարածքն ունի բավականին բարդ կառուցվածք, որը պայմանավորված է նրանով որ այս տարածաշրջանում միակցվում են երկու խոշոր տեկ-

տոնական կառույցներ՝ Երևան-Օրդուրադի մեգասինկլինորիումը և Ուրց-Հայոցճորի բլուկ անտիկլինորիումը:

2. Ուսումնասիրվող տարածքի համար առավել վտանգավոր ազդեցություն ունեն Փամբակ-Սևան-Սյունիքի և Գառնիի բեկվածքային գոտիները ($M_{\max}=7.4$, $M_{\max}=7.1$):

3. Բերված դետերմինիստիկ եղանակով հաշվարկած քարտեզից երևում է, որ Վայոց Ձորի մարզի տարածքի գնահատված առավելագույն հորիզոնական արագացումների արժեքները գտնվում են 0.2-0.6g տիրույթում:

4. Սեյսմիկ վտանգի գնահատման հավանականային քարտեզները հաշվարկվել են 100 և 250 տարում առավելագույն հորիզոնական արագացման չգերազանցման 90% հավանականությամբ: Առավելագույն հորիզոնական արագացումների արժեքները գտնվում են 0.2-0.6g տիրույթում:

5. Բնածին երևույթների համապարփակ գնահատման նպատակով կազմվել է մարզի տարածքի համալիր վտանգների քարտեզ:

Աշխատանքը կատարված է Գեոռիսկ ԳԸ ՓԲԸ 10.02.09թ. պայմանագրի ֆինանսավորման շրջանակներում:

Գրականություն

- ՀՀՇՆ-П-6.02-2006, Սեյսմակայուն շինարարություն, նախագծման նորմեր, 2006թ.
- Аванесян А.С., Саркисян О.А., Аванесян М.А Геологическое строение очаговых зон сильных землетрясений Армении (сообщение II). Уч. записки ЕГУ, №1, 2004, с. 3-17.
- Аракелян Р.А. Палеозой. В кн. Геология Армянской ССР т.II, “Стратиграфия”, Ереван: Изд. АН Арм.ССР, 1964, с. 38-40.
- Варданян А.В. Разломо-блоковая тектоника Урц-Вайоцдзора. Изд. АН Арм.ССР, № 6, 1978, с. 35-44.
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ. 1981. 283 с.
- Bender B. and Perkins D. Seisrisk III: A Computer Program for Seismic Hazard Estimation, US Geological Survey Bulletin 1772, 1987, p. 20.
- R.I. Budnitz, G. Apostolakis, D.M. Boore, L.S. Cluff, K.I. Coppersmith, C.A. Cornell, P.A. Morris, Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts. Main report, Prepared by: Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC), Lawrence Livermore National Laboratory, U.S. Nuclear Regulatory Commission, U.S. Department of Energy, Electric Power Research Institute; (NUREG/CR-6372; UCRL-ID-122160), 1997, vol.1; pp.256.
- Douglas J. A Comprehensive Worldwide Summary on Strong-Motion Attenuation Relationships for Peak Ground Accelerations and Spectral Ordinates (1969 to 2000). ESSE Report No. 01-1, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Civil Engineering Department, London, 2001, p. 144.
- Karakhanyan A.S., Trifonov V.G., Philip H., Avagyan A.V., Hessami Kh., Jamali F., Salih Bayraktutan M., Bagdassaryan H.R., Arakelyan S.R., Davtyan V.T., Adilkhanyan A. Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey and northwestern Iran. Tectonophysics 380. 2004, pp.189– 219.
- Reiter L. Earthquake Hazard Analysis, Issues and Insights, Columbia University Press, New York. 1990.
- Steven L., Kramer, Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice-Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics, Univ. of Washington, 1996. p. 653

Գրախոսող՝ Ս.Ն.Նազարեթյան

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ И ПРИРОДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ВАЙОЦДЗОРСКОГО МАРЗА

**М.А. Аванесян, Р.Р. Дургарян, С.Г. Бабаян, Л.С. Асатрян,
М.Р. Геворкян, М.А. Симонян, А.Р. Аракелян,
С.Р. Аракелян, А.С. Мкртчян**

Резюме

В статье приводятся данные о впервые проведенной оценке сейсмической опасности для территории Вайоцдзорского марза. Было проведено детальное сейсмическое районирование территории марза. Оценка сейсмической опасности была произведена как вероятностным, так и детерминистическим подходами. В работе обсуждаются различные модели затухания, которые приемлемы для исследуемой территории и использованы в процессе расчетов сейсмической опасности.

ASSESSMENT OF THE SEISMIC HAZARD AND NATURAL GEOLOGICAL PROCESSES IN THE VAYOTS DZOR MARZ

**M.A. Avanesyan, R.R. Durgaryan, S.H. Babayan, L.S. Asatryan,
M.R. Gevorgyan, M.H. Simonyan, A.R. Arakelyan, S.R. Arakelyan,
A.S. Mkrtchyan**

Abstract

Article shows the results on first assessment of seismic hazard for the territory of Vayots Dzor province. The detailed seismic zoning of the province was conducted. Evaluation of seismic hazard was done as by probabilistic as well by deterministic approaches. The paper discusses various models of attenuation that is acceptable for the study area and is used in the calculation of seismic hazard.