

**ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԲՆԱԿԱՎԱՅՐԵՐԻ ՍԵՑՍՄԻԿ ՌԻՍԿԻ
ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԸ, ԱՌԱՋԱՐԿՎՈՂ ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԵՎ
ԻՐԱԿԱՆԱՑՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՓՈԽԼԵՐԸ**

© 2015 թ. Հ. Ե. Բաբայան*, Բ.Ռ. Դուրգարյան*, Ա.Ռ. Առաքելյան,
Ս.Ռ. Գևորգյան*, Ս.Հ. Բաբայան*, Գ.Ռ. Հովհաննիսյան***

** ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտ,
(ՀՀ, ք.Երևան 0019, Մարշալ Բաղրամյան պողոտա, 24ա)*

*** Հայկական Մեյսմոնոգիայի և Երկրի ֆիզիկայի Ասոցիացիա
(ՀՀ, 0038, Երևան, Շինարարների փող., 10 շենք)*

*Էլ. փոստ՝ hektor.babayan@gmail.com, raffie_d@yahoo.com, vitoarakel@yahoo.com,
gevnikayel@gmail.com, babayan.s.h@gmail.com, goganesi@yahoo.com
Հանձնված է խմբագրություն 13.04.2015*

Հոդվածում ներկայացվում են սեյսմիկ վտանգի հավանականային և դեթերմինիստիկ ռիսկի գնահատման ոլորտում միջազգային փորձն ու ստանդարտները, մեթոդիկաները: Դիտարկվում են ՀՀ տարածքի և նրա բնակավայրերի սեյսմիկ ռիսկի գնահատման հիմնահարցերը: Հիմնավորվում և առաջարկվում են սեյսմիկ վտանգի և ռիսկի (երկրաշարժի սցենար) գնահատումների իրականացման քայլերը, ՀՀ տարածքի համար ադապտացված ծրագրային փաթեթի օգտագործումը, որի հիման վրա հաշվարկելու են ուժեղ երկրաշարժի դեպքում սպասվող ավերվածություններն ու մարդկային կորուստները, քարտեզագրվելու է տարածքների ռիսկը:

1. Աշխատանքի նախապատմությունը

Հանրապետության բնակչության մեծ մասը բնակվում է քաղաքներում և, ինչպես ցույց տվեց Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետևանքների վերլուծությունը, բնակավայրերի սեյսմիկ ռիսկի մակարդակը շատ բարձր է: Անցյալ դարի 90 –ական թվականներից սկսվել է մշակվել ՀՀ բնակավայրերի սեյսմիկ ռիսկի և երկրաշարժերի հետևանքների նվազեցման ռազմավարությունը տարբեր միջազգային ծրագրերի շրջանակներում՝ ՄԱԿ, ՄԳՏԿ, Համաշխարային Բանկ-ի ֆինանսավորումով և կոորդինացումով: Ստացվել և կիրառության մեջ են դրվել շատ արժեքավոր արդյունքներ: Վերջին նախաձեռնություններից է GEM (The Global Earthquake Model) ծրագիրը (Emme-gem.org), որի նպատակներից էր մշակել ժամանակակից ծրագրային համակարգ և ստեղծել տվյալների ընդհանրացված բազաներ, որպեսզի հնարավորինս մեծ հավաստիությամբ հաշվարկվի և քարտեզագրվի երկրաշարժի ռիսկը տվյալ տարածաշրջանի բնակավայրերի համար:

Այդ խնդիրը առավել արդիական է Հայաստանի համար, քանզի նրա բնակչության մեծ մասը բնակվում է քաղաքներում և ինչպես ցույց տվեցին Սպիտակի երկրաշարժի հետևանքները, նրանց սեյսմիկ ռիսկի մակարդակը շատ բարձր է:

Սույն հոդվածի հեղինակային խումբը GEM – EMME միջազգային ծրագրի շրջանակներում մասնակցել է տարածաշրջանի սեյսմիկ վտանգի և ռիսկի, ինչպես նաև Հայաստանի առանձին քաղաքների դեթերմինիստիկ ռիսկի գնահատման աշխատանքներին: Մարդկային կորուստներն ու ավերվածությունները հաշվարկելու և քարտեզագրելու համար

տեղայնացվել և կիրառվել է *ELER v.2.0 (Earthquake Loss Estimation Routine – Երկրաշարժից կորուստների հաշվարկի կարգ)* ծրագրային փաթեթը, որը մշակվել է EU FP-6 NERIES (Network of Research Infrastructures for European Seismology) ծրագրի շրջանակներում:

Ներկայացնելով սեյսմիկ ռիսկի գնահատման ժամանակակից մոտեցումները և իրականացման հիմնական փուլերը, հիմնավորվում և առաջարկություններ են արվում ՀՀ տարածքի և առանձին բնակավայրերի սեյսմիկ ռիսկի գնահատման գործընթացի վերաբերյալ:

2. Սեյսմիկ ռիսկի գնահատման հիմնահարցերը

2.1. Սեյսմիկ ռիսկի գնահատման ժամանակակից մոտեցումները

Սեյսմիկ ռիսկը դա հնարավոր երկրաշարժերի դեպքում մարդկային, նյութական, տնտեսական, սոցիալական, մշակութային և այլ կորուստների հավանականությունն է՝ ելնելով տարածքի սեյսմիկ վտանգից և շենքերի ու ենթակառուցվածքների սեյսմիկ խոցելիությունից:

Սեյսմիկ ռիսկի գնահատմը (ՍՌԳ) կատարվում է ՀՀ տարածքի, նրա առանձին շրջանների (մարզերի և համայնքների) զարգացման ծրագրերի մշակման և պլանավորման, քաղաքների և բնակավայրերի հատակագծերի մշակման և զարգացման, քաղաքաշինական փաստագրերի մշակման ժամանակ, ինչպես նաև սեյսմիկ ռիսկի նվազեցման աշխատանքների պլանավորման, արտակարգ իրավիճակների կառավարման և նրանց հետևանքների վերացման համար:

ՍՌԳ-ը կարելի է իրականացնել դեթերմինիստիկ մոտեցումով, որի ժամանակ ընտրվում է վատթարագույն սցենարը՝ առանց երկրաշարժի ծագման ժամանակը հաշվի առնելու: ՍՌԳ-ը կարելի է իրականացնել նաև հավանականային մոտեցումով՝ որոշակի ընտրված ժամանակահատվածի (օրինակ 50, 200, 250 և այլ տարիներ) համար: Սեյսմիկ ռիսկի հավանականային գնահատման (ՍՌՀԳ) հիմքում դրվում է սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատումը՝ հաշվի առնելով բնակավայրի հետագա զարգացման պլանը:

ՍՌԳ այս կամ այն մոտեցման ընտրումը կատարվում է ելնելով պատվիրատուի կողմից դրված խնդիրների պահանջներից, ուսումնասիրվող տարածքի առանձնահատկություններից և բարդություններից, ուսումնասիրվող օբյեկտների կարևորությունից:

Ամեն դեպքում ՍՌԳ հիմնական արդյունքներն են՝ մարդկային ուղղակի և անուղղակի կորուստների, քանդված կամ տարբեր աստիճանի վնասված շենքերի քանակի և նրանց տիպերի որոշումը, ենթակառուցվածքներին, տնտեսական ռեսուրսներին և նրանց պոտենցիալին հասցրած վնասները: ՍՌԳ հիմնական արդյունքներից է նաև տվյալ տարածքի համար սեյսմիկ ռիսկի նվազեցմանն ողղված առաջարկությունները:

2.2. Սեյսմիկ ռիսկի գնահատման մեթոդաբանությունը:

Սեյսմիկ ռիսկի գնահատման մեթոդաբանությունը (Emme-gem.org) ներառում է հետևյալ փուլերը.

- սեյսմիկ վտանգի գնահատում;

- երկրաշարժի սցենարի կամ սցենարների ընտրություն;
- ռիսկի տարրերի (բնակչություն, շենքեր, կարևոր և վտանգավոր օբյեկտներ, ենթակառուցվածքներ, հաղորդակցման գծեր, երկրաշարժով հարուցված վտանգավոր երևույթներ և այլն) հավաքագրում և քարտեզագրում;
- ռիսկի տարրերի խոցելիության վերլուծություն;
- ռիսկի գնահատում և քարտեզագրում, սպասվող կորուստների հաշվարկում;
- ռիսկի նվազեցմանն ուղղված առաջարկություններ:

Մեյսմիկ վտանգի և ռիսկի գնահատման ճշտությունը առաջին հերթին կախված է ելակետային տվյալների ամբողջականությունից և հավաստիությունից:

Մեյսմիկ վտանգի և ռիսկի գնահատման ելակետային տվյալների բազան և հիմնական նյութերը, ինչպես նաև ստացված արդյունքները հիմնականում ներկայացվում են GIS (Մշխարհագրական տեղեկատվական համակարգ) ձևաչափով:

3. Մեյսմիկ ռիսկի գնահատման հիմնական փուլերը:

3.1. Մեյսմիկ վտանգի գնահատում:

Մեյսմիկ վտանգի գնահատումը իրականացվում է դերբերմինիստիկ և հավանականային մոտեցումներով: Մեյսմիկ վտանգի դերբերմինիստիկ գնահատումը տեղանքի գրունտների շարժումների (արագացման) վտանգի գնահատումն է երկրաշարժի կոնկրետ սցենարի դիտարկումով (որոշակի ուժի երկրաշարժը տեղի է ունեցել որոշակի տեղում):

Մեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատումը ֆիքսված ժամանակահատվածում գրունտների շարժումների որոշակի մակարդակի գերազանցման հավանականությունն է:

Սովորաբար օգտագործվում է 50 տարվա ընթացքում գրունտի առավելագույն հորիզոնական արագացման (PGA) արժեքի 10% և 2% գերազանցման հավանականությունը (համապատասխանաբար 475 տարի և 2475 տարի կրկնելիության ժամանակահատվածներում), (Budnitz et al., 1997):

Մեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատումը կատարվում է հայտնի ծրագրային փաթեթների օգտագործմամբ, որոնք փորձարկված են տվյալ տարածաշրջանի համար (ՀՀ տարածքի համար, օրինակ CRISIS 2003; 2007; FRISK, EZFRISK կամ ավելի նոր տարբերակ Open Quake 2013 և այլն):

Տվյալ ծրագրային փաթեթների համար օգտագործվում են տարածաշրջանի հետևյալ տվյալների բազաները և նյութերը GIS թվային համակարգում:

- երկրաբանական տվյալների բազա (երկրաբանական քարտեզներ, ակտիվ խզվածքների եռաչափ տեսք, դրանց շարժման արագությունը և հնարավոր խզվածքների տեղադիրքը, երկրաբանական կտրվածքներ, ստորգետնյա ջրերի տարածման քարտեզներ, հորատանցքերի նկարագրություն, վտանգավոր երկրաբանական երևույթների քարտեզներ, փաստացի նյութերի քարտեզներ, այլ նյութեր);
- ինժեներա-երկրաբանական շրջանացման քարտեզներ;

- տարածքի գրունտի մոդելը, ըստ լայնական ալիքների տարածման միջին արագությունների արժեքների (Vs30) կամ գրունտի ազատ տատանումների (To) մեծությունների, “ՀՀ ՇՆ 2006 Սեյսմակայուն շինարարության նախագծման նորմեր”, նորմատիվային փաստաթղթին համապատասխան: Տարածքի գրունտի մոդելին կարող են կցվել այլ օժանդակ երկրաֆիզիկական տվյալների բազաներ, կտրվածքներ, քարտեզներ (Դուրգարյան և այլոք, 2010; Khachyan et al., 2006):
- Երկրաշարժերի կատալոգներ (պատմական, նախապատմական, գործիքային), որոնք հիմք են հանդիսանում յուրաքանչյուր օջախային գոտու առավելագույն մագնիտուդի, ինչպես նաև կրկնելիության պարամետրերի, առավելագույն մագնիտուդների անճշտությունների գնահատման համար;
- Մարման մոդելների տվյալների բազան և տարածաշրջանի համար ամենաընդունելի ընտրված մոդելը (Douglas, 2001);
- Երկրաշարժերի սեյսմատեկտոնական մոդելը, որն ընդգրկում է գծային և մակերեսային սեյսմածին գոտիները, նրանց եռաչափ երկրաչափությունը, հաշվարկված և գնահատված սեյսմիկ պոտենցիալը M_{max} (Karakhanyan et al., 2004):

Հայաստանի տարածքի կամ նրա ենթատարածքների սեյսմիկ վտանգի գնահատման, ինչպես նաև ՀՀ ՇՆ 2006 Սեյսմակայուն շինարարության նորմերի ադեկվատ կիրառման համար անհրաժեշտ է ստեղծել/հաստատել ակտիվ խզվածքների քարտեզը և սեյսմատեկտոնական մոդելը 1:200000 մասշտաբով, ինչպես նաև երկրաշարժերի հիմնական պարամետրերը արտահայտող միասնական կատալոգը:

3.2. Սեյսմիկ վտանգի քարտեզագրում (սեյսմիկ գոտիավորում):

Իրականացվում է դերժերմինիստիկ և հավանականային մոտեցումներով: Ստացված քարտեզներն արտահայտում են գրունտի առավելագույն հորիզոնական արագացումները (PGA), սպեկտրալ արագացումները, խզվածքների հարթությունների տեղադիրքը և անկման ուղղությունները, գրունտի երկրորդական էֆեկտները՝ սողանքներ, գրունտի քայքայվածություն և այլն (Ավանեսյան և այլոք, 2011):

3.3. Երկրաշարժերի սցենարի կամ սցենարների ընտրություն:

Իրականացվում է պատմական, նախապատմական, ինչպես նաև գործիքային ժամանակաշրջանների ուժեղ երկրաշարժի օջախային գոտիների առավելագույն մագնիտուդների արժեքների ընտրության և սեյսմատեկտոնական մոդելի հիման վրա, կամ սեյսմիկ վտանգի դեագրեգացիայի հիման վրա (Abrahamson, 2006):

Դեագրեգացման ամենաընդունված ձևը երկչափ դեագրեգացումն է՝ ըստ մագնիտուդի և հեռավորության գույգերի: Այս մոտեցումը թույլ է տալիս որոշել երկրաշարժի գերիշխող սցենարները (Abrahamson, 2006): Դեագրեգացումն իրականացվում է PGA-ի 475 և 2475 տարի կրկնելության ժամանակահատվածների համար, ինչպես նաև սպեկտրալ արագացման տարբեր պարբերությունների համար:

3.4. Մեյսմիկ ռիսկի տարրերի հավաքագրում և քարտեզագրում:

Իրականացվում է GIS թվային համակարգում բազմաշերտ վերլուծության և արագ/օպերատիվ հաշվարկների նպատակով: Մեյսմիկ ռիսկի հիմնական տարրերն են - բնակչությունը, շենքերը, շինությունները, հատուկ և կարևոր նշանականության օբյեկտները, կենսապահովման գծերը (էլեկտրականության, կապի, ջրամատակարարման, գազի), տրանսպորտի և այլ կոմունիկացիոն համակարգերը: Ուսումնասիրվող տարածքի քարտեզագրումն իրականացվում է 250մ x 250մ կամ ավելի փոքր չափի քցիջներով (Grid-cell)՝ կախված ուսումնասիրվող օբյեկտի չափերից:

3.5. Մեյսմիկ ռիսկի տարրերի խոցելիության գնահատում:

Շենքերի և շինությունների խոցելիության գնահատումը կատարվում է նրանց դասակարգման հիման վրա՝ ըստ համապատասխան պարամետրերի (կառուցման ժամանակը, կառույցի տիպը, հարկայնությունը, վնասվածության աստիճանը, այլ կառուցվածքային առանձնահատկությունները): Ռիսկի յուրաքանչյուր տարրի խոցելիությունը գնահատվում է նրա վնասվածության աստիճանի և երկրաշարժի ուժգնության կախվածությամբ (խոցելիության կոր): Գրաֆիկական կորը կառուցելու համար օգտագործվում են ինչպես տեսական հաշվարկները, այնպես էլ տարածաշրջանի ուժեղ երկրաշարժի հետևանքների հետազոտությունների արդյունքներն ու վիճակագրությունը:

3.6. Մեյսմիկ ռիսկի գնահատում:

Իրականացվում է սեյսմիկ վտանգի և սեյսմիկ ռիսկի տարրերի խոցելիության գնահատման արդյունքների համադրման միջոցով:

Մեյսմիկ ռիսկի հաշվարկների՝ սպասվող կորուստների քանակական արժեքների որոշման համար, օգտագործվում են հայտնի ծրագրային փաթեթներ, որոնք փորձարկված են տվյալ տարածաշրջանի համար:

Տվյալ ծրագրային փաթեթներն օգտագործում են.

- սեյսմիկ վտանգի քարտեզներն արտահայտված գրունտի առավելագույն արագացումներով, մակերևույթային խզվածքների տվյալներով, երկրորդական գրունտային էֆեկտներով;
- շենքերի, հատուկ և կարևոր նշանականության օբյեկտների տվյալների բազան և նրանց բաշխվածության քարտեզները;
- գիշերային ժամերին բնակչության բաշխվածության քարտեզը;
- ենթակառույցների, կենսապահովման գծերի, հաղորդակցման գծերի բաշխվածության քարտեզները
- ռիսկի տարրերի խոցելիության կախվածությունը (կորը) երկրաշարժի ուժգնությունից:

Մեյսմիկ ռիսկի գնահատման հիմնական արդյունքներն ամփոփվում են հետևյալ քարտեզների կամ աղյուսակների միջոցով.

- շենքերի տարաստիճան վնասվածության բաշխվածությունը՝ հիմնված երկրաշարժի ուժգնության վրա;
- շենքերի տարաստիճան վնասվածության բաշխվածությունը՝ հիմնված տարբեր պարբերությունների սպեկտրալ արագացումների վրա;

- մարդկային կորուստների տեղաբաշխումը:

Սեյսմիկ ռիսկի գնահատման մյուս արդյունքները՝ ուղղակի և անուղղակի ֆինանսական կորուստներ, ենթակառուցվածքներին, տնտեսության ռեսուրսներին և նրանց պոտենցիալին հասցրած վնասները և այլն, ներկայացվում են աղյուսակների և դիագրամների տեսքով:

4. ՀՀ տարածքի և առանձին բնակավայրերի սեյսմիկ ռիսկի գնահատման գործընթացի առաջարկություններ:

Հեղինակային խմբի վերջին տարիների իրականացված աշխատանքների փորձը (<http://www.gripweb.org/gripweb/?q=countries-risk-information/documents-publications/earthquake-scenarios-city-gyumri-including-seismic>) հնարավորություն է տալիս ՀՀ տարածքի և նրա առանձին քաղաքների ու բնակավայրերի սեյսմիկ ռիսկի գնահատման իրականացման համար առաջարկել հետևյալը.

1. Սեյսմիկ վտանգի հաշվարկման համար օգտագործել CRISIS99 համակարգչային ծրագիրը: Ծրագիրը համապատասխանում է սեյսմիկ վտանգի հավանականային գնահատման մեթոդաբանության բոլոր պահանջներին՝ մուտքային տվյալների փոփոխություններ, սեյսմիկ օջախային գոտիների տարածական բնութագրեր, այլընտրանքային սեյսմոտեկտոնական և մարման մոդելներ և դրանց ներառումը հաշվարկների մեջ, ինչպես նաև մուտքային տվյալների անորոշությունների հաշվառումը (User's Manual for CRISIS99 Software, (1999)):
2. Տեղական գրունտային պայմաններում («տեղամասի էֆեկտը») հաշվի առնել դինամիկական բնութագրերը ոչ միայն կտրվածքի առաջին տասնյակ մետրերում, այլ նաև ավելի խորը տեղադրվող շերտերում;
3. Տարածքի երկրաբանական և սեյսմատեկտոնական պայմաններում հաշվի առնել խզվածքների հետևյալ պարամետրերը – երկարություն և գոտու լայնք, կինեմատիկա, տեղաշարժի արագություններ, **M_{max}**:
4. Գրունտների մարման մոդելում հաշվարկների ժամանակ օգտագործել Քեմփբելի և Բոգորնիայի (2008-NGA) մարման հավասարումը, որը գործում է V_{S30} պարամետրով:
5. Քարտեզագրել ուսումնասիրվող տարածքների գրունտի առավելագույն արագացումները(PGA) և սպեկտրալ արագացումները (SA, $T=0.2$ վ, $T=1.0$ վ) g -ի միավորներով: Հետագայում այդ քարտեզները կարող են լիարժեք օգտագործվել որպես հիմնական մուտքային տվյալներ՝ մարդկային կորուստների, շենքերի և կենսապահովման գծերի սպասվող կորուստների գնահատման համար (մարդկային զոհեր, շենքերի և կենսապահովման գծերի տարբեր աստիճանի վնասվածություններ):
6. Հաշվի առնելով ՀՀ տարածքի սեյսմատեկտոնական պայմանների և պատմական երկրաշարժերի լավ ուսումնասիրությունները, միջին և ուժեղ երկրաշարժերի կրկնելիության ժամանակները, երկրաշարժերի սցենարների ընտրությունը կարելի է կատարել հիմնվելով պատմական նախադեպերի և տարածաշրջանային

սեյսմատեկտոնական մոդելի վրա, որը լավ համընկնում է մյուս մոտեցման՝ վտանգի դեագրեգացման վրա:

7. ՀՀ քաղաքների վնասների և կորուստների գնահատումները հաշվարկելու համար, օգտագործել ELER համակարգչային ծրագիրը, որը մշակվել է EU FP6 NERIES ծրագրի շրջանակներում (Network of Research Infrastructures for European Seismology) և օգտագործում է լավ փորձարկված անալիտիկ մեթոդների բազմազանությունը, ինչպես նաև հնարավորություն է ընձեռում հաշվարկման տարբեր էտապներում հարցման ռեժիմով ներմուծել տարբեր մուտքային տվյալներ:
8. ELER համակարգչային ծրագիրը, մուտքային տվյալների լրիվության դեպքում, հաշվարկում և քարտեզագրում է տարածքի դեթերմինիստիկ սեյսմիկ վտանգը:
9. Ելնելով ՀՀ շինարարության ոլորտի փորձագետների հետ կատարված համատեղ վերլուծությունից, համեմատելով ՀՀ քաղաքների առկա շենքերի տիպերը եվրոպական շենքերի տիպերի դասակարգման հետ (մշակված EUFP5 RISK-UE ծրագրի շրջանակներում (աղյուսակ 1), Հայաստանում տարածված շարվածքային կառուցվածքները կարելի է նույնացնել M3, M6, և M7 դասերին, իսկ կարկասային և խոշոր-պանելային շենքերը նույնացնել RC5 և RC6 դասերին (աղյուսակ 1): Մանրամասն վերլուծելով Սպիտակի երկրաշարժի հետևանքների “ռեալ պատկերը” շենքերի վնասվածությունների առումով, ստացվել են Հայաստանի տարածքում առկա շենքերի տարբեր տիպերի համար խոցելիության ցուցիչներ (աղյուսակ 2), որոնք որպես մուտքային անհրաժեշտ տվյալներ օգտագործվում են ELER համակարգչային ծրագրում :

Աղյուսակ 1

Շենքերի Եվրոպական տիպաբանությունը

Շենքերի տիպաբանությունը		Շենքի տեսակը
Քարե շարվածք	M1	Խամբար
	M2	Մոլաղյուս
	M3	Սովորական քար
	M4	Ծանր քար
	M5	Ս-աձև շարվածք (հին աղյուսներ)
	M6	Ս-աձև շարվածք –ե/բ հատակներ
	M7	Ամրանավորված շարվածք
Երկաթբետոն	RC1	Ե/բ կարկասներ (առանց սեյսմակայունության նախագծի ՄԿՆ)
	RC2	Ե/բ կարկասներ (միջին ՄԿՆ)
	RC3	Ե/բ կարկասներ (բարձր ՄԿՆ)
	RC4	Բարձրահարկ ամրանավորված կարկաս (առանց ՄԿՆ)
	RC5	Բարձրահարկ ամրանավորված կարկաս (միջին ՄԿՆ)

	RC6	Բարձրահարկ ամրանավորված կարկաս (բարձր ՄԿՆ)
Պողպատ	S	Պողպատե կառուցվածքներ
Փայտանյութ	W	Փայտե կառուցվածքներ

Աղյուսակ 2

Հաշվարկված սեյսմիկ խոցելիության ցուցիչները տարբեր տիպաբանությունների շենքերի համար

Շենքերի տիպաբանությունը		Խոցելիության ցուցիչներ	
		<i>V_{min}</i>	<i>V_{միջ.}</i>
Քարե շարվածք	M1	0.62	0.873
	M2	0.62	0.84
	M3	0.46	0.74
	M4	0.3	0.616
	M5	0.46	0.74
	M6	0.3	0.616
	M7	0.14	0.451
Երկաթբետոն	RC1	0.3	0.644
	RC2	0.14	0.484
	RC3	-0.02	0.324
	RC4	0.3	0.544
	RC5	0.14	0.384
	RC6	-0.02	0.224
Պողպատ	S	-0.02	0.324
Փայտանյութ	W	0.14	0.447

Արդյունքների ստուգում: Սեյսմիկ ռիսկի գնահատման ժամանակ իրականացվելիք անհրաժեշտ խնդիրներից մեկը ստացված արդյունքների ստուգումն է: Արդյունքների ճշտությունը և հուսալիությունը ցույց է տրվում համեմատության գործընթացի միջոցով՝ օգտագործելով հայտնի և վերլուծության ենթարկված նմանատիպ իրադարձությունները:

Հաշվի առնելով, որ հեղինակային խմբի կողմից ELER համակարգչային ծրագրի օգտագործումով իրականացվել էր Գյումրի քաղաքի սեյսմիկ ռիսկի դեթերմինիստիկ գնահատումը (Kenneth et al., 2008), բնական է, որ համեմատության համար մեր կողմից ընտրվել էր $M_w=6.9$ մագնիտուդով երկրաշարժի սցենար, որն իր մագնիտուդով և ճեղքվածքի ընդհանուր երկարությամբ նման է 1988թ. Սպիտակի երկրաշարժին և $M_w=6.2$ մագնիտուդով երկրաշարժ, որը նման է 1926թ. Լենինականի երկրաշարժին:

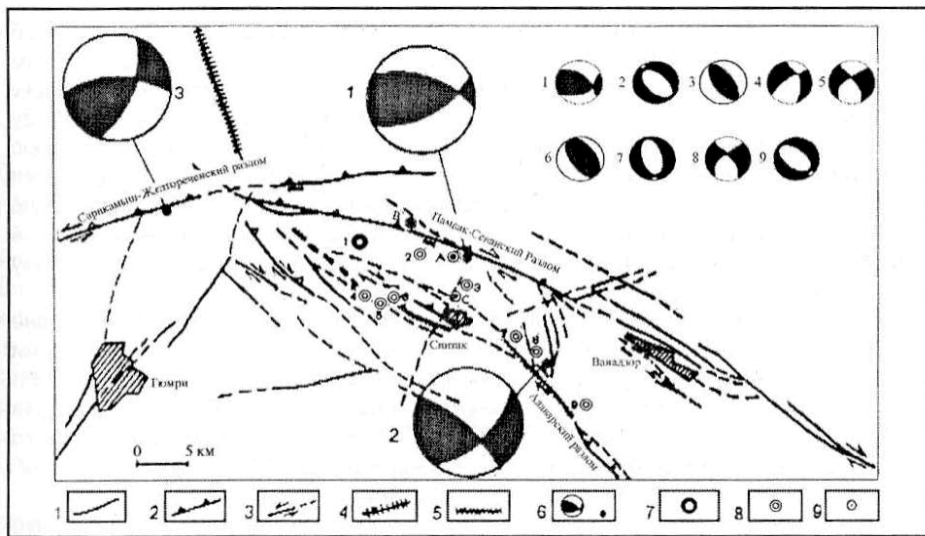
Արդյունքների ստուգման համար դիտարկվել է սեյսմիկ ռիսկի գնահատման տեսակետից կարևոր հանգամանք – մակրոսեյսմիկ վերլուծությունը տարբեր տարածքների և տարբեր տիպի շենքերի համար:

Սպիտակի երկրաշարժից ամենախիստ տուժած 400կմ² էպիկենտրոնային գոտում շենքերի չորս հիմնական տեսակների համար (քարե կրող

պատերով, կարկասային և քարե պատերով, հավաքովի երկաթբետոնե կարկասային և հավաքովի երկաթբետոնե պանելային շենքեր) ընդհանուր վնասի վիճակագրությունը հետևյալն է.

1. **314** շենք փլուզվեց,
2. **641** շենք կարիք կար քանդելու,
3. **1264** շենք կարիք ուներ վերանորոգման կամ ուժեղացման, և միայն 712 շենք (24 տոկոսը) երկրաշարժից հետո մնաց բնակության համար պիտանի:

Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հիմնական իրադարձության ժամանակ մակրոսեյսմիկ ազդեցություններում մեծ ներդրում ունեցած երեք ենթաօջախների հիմնական պարամետրերն ու աշխարհագրական տեղադրությունները պատկերված են նկ.1 –ում:

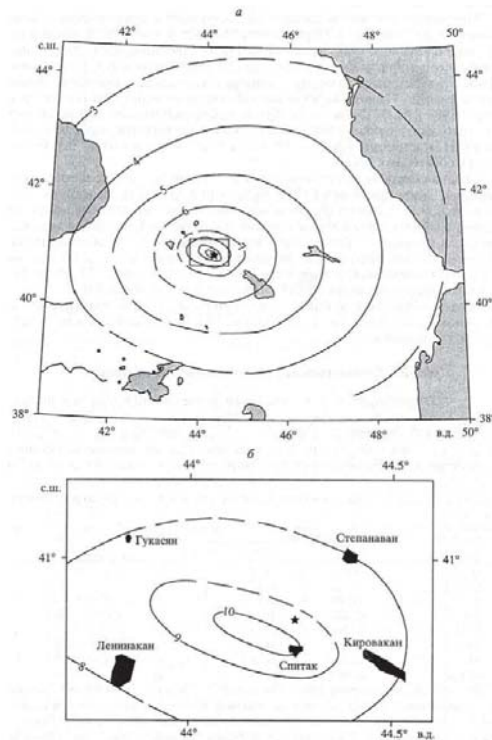


Նկար 1. Օջախային գոտու սեյսմատեկտոնական սխեմայի վրա (Տրիֆոնով և այլք, 1994 թ.) սեյսմոգեն խզվածքի երկայնքով հիմնական ցնցման ենթաօջախների (Պաչեկո և այլք, 1989 թ.) և հետցնցումների (ըստ Մ.Դանիլովայի սահմանման) մեխանիզմները.

1-անհայտ տիպի ակտիվ խզվածքներ, 2-վերնետք, 3-կողաշարժ, 4-լարվածության գոտիներ, 5-սեյսմոգեն ձեղքվածքներ, 6-ենթաօջախային էպիկենտրոններ և դրանց մեխանիզմները, 7-1967 թ. երկրաշարժի էպիկենտրոն, 8-հետցնցումներ, 9-նախացնցումներ (Բալասանյան և այլք, 1995 թ.)

Ի լրումն Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի մուլտիպլետ բնույթի (Karakhanian et al., 1992; Арефьев и др., 2003), շատ է քննարկվել նաև Սպիտակի երկրաշարժի իզոսեյստերի բաշխումը, որը պատկերված է նկ. 2-ում:

Վերականգնելով 1988թ.-ից առաջ Գյումրիի բնակֆոնդի պատկերը (թվայնացված քարտեզը ԱՏՀ համակարգում) և նշանակելով այդ ժամանակվա տարբեր տիպի շենքերի (տես աղ. 3) համար եվրոպական ստանդարտներից վերցրված մատչելի դյուրաբեկության կորեր և խոցելիության պարամետրեր, ELER ծրագրի միջոցով հաշվարկվել է 1988թ.-ից առաջ Գյումրիի շենքերի վնասվածությունը:



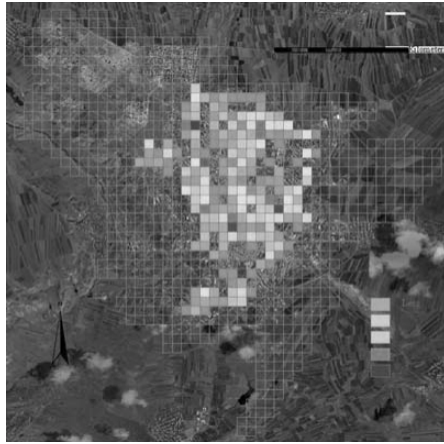
Նկար 2. Սպիտակի երկրաշարժի իզոսեյստերի սխեման ա) ընդհանուր պատկերը, բ) ուժեղ ցնցումների գոտի

Աղյուսակ 3

Համեմատության գործընթացի համար օգտագործված՝ Գյումրի քաղաքի բնակֆոնդի գույքացուցակի դասակարգումը

1	1-2 հարկանի քարե բազմաբնակարան շենքեր
2	3-6 հարկանի քարե բազմաբնակարան շենքեր
3	Խոշոր պանելային բազմաբնակարան շենքեր
4	Կարկասային բազմաբնակարան շենքեր

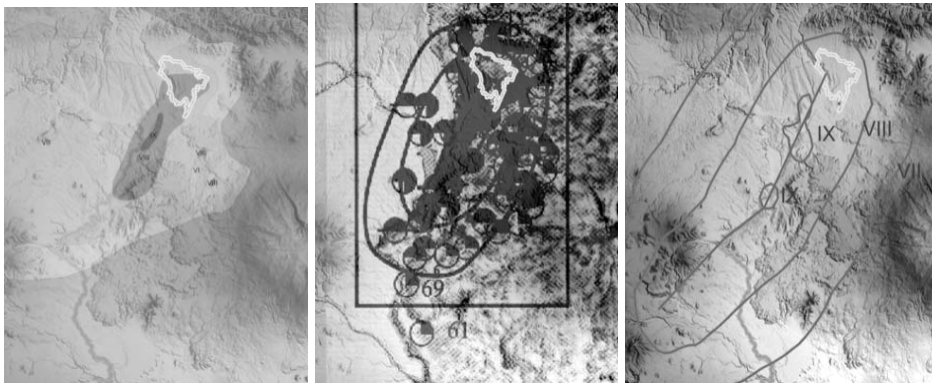
Հաշվարկի արդյունքները-մոտ 130 շենք կվնասվեին այն աստիճան, որ վերանորոգման ենթակա չէին լինի (այսինքն, լրիվ կվնասվեին), և մոտ 800 շենք խիստ կվնասվեին: ELER ծրագրի կողմից ստացված 1988թ. Սպիտակի երկրաշարժի հետևանքով Գյումրի քաղաքում տարբեր աստիճանի վնասված շենքերի բաշխումը պատկերված է նկար 3-ում:



Նկար 3. Սպիտակի 1988 թ. երկրաշարժից հետո Գյումրի քաղաքում վնասված շենքերի բաշխումը

Հաշվարկված արդյունքները ցույց են տալիս բավական լավ համապատասխանություն Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետևանքով փաստացի վնասված շենքերի քանակների և պատկերի հետ:

Մյուս ստուգիչ համեմատությունը իրականացվել է ELER ծրագրային փաթեթի միջոցով ստեղծված իզոսեյստերի սխեմաների և 1926թ. Լենինականի և 1988թ. Սպիտակի երկրաշարժերի իրական մակրոսեյսմիկ տվյալների հիման վրա ստեղծված փաստացի սխեմաների հետ (նկարներ 4 և 5):



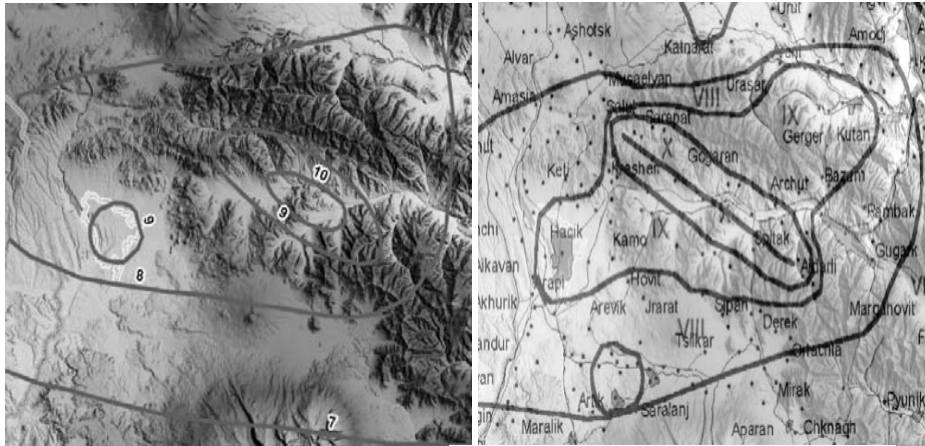
ա) Փաստացի
(Ավանեյան, 2004թ.)

բ) Փաստացի
(Բաբայան, 2001թ.)

գ) ELER համակարգ-
չային ծրագրով
ստեղծված

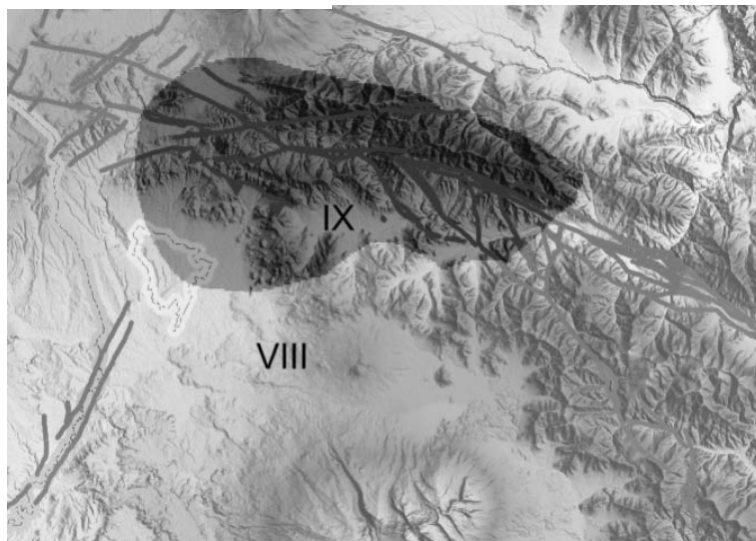
Նկար 4: Ստացված արդյունքների ստուգողական համեմատություն 1926 թ. Լենինականի երկրաշարժի հետ ($M_w=6.2$): Իզոսեյստերը կազմվել են. ա) Փաստացի դիտարկված մակրոսեյսմիկ տվյալների հիման վրա (Ավանեյան, 2004թ.), բ) փաստացի դիտարկված մակրոսեյսմիկ տվյալների հիման վրա (Բաբայան, 2001թ.)

գ) ELER ծրագրային ապահովման միջոցով



ա) Փաստացի
(Խաչիյան, 2001թ.)

բ) Փաստացի
(Նազարեթյան, 2002 թ.)



գ) ELER համակարգչային ծրագրով ստեղծված

Նկար 5. Ստացված արդյունքների ստուգողական համեմատություն Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետ ($M_w=6.9$): Իզոսեյստերը կազմվել են. ա) Փաստացի մակրոսեյսմիկ տվյալների հիման վրա (Խաչիյան, 2001թ.) բ) փաստացի մակրոսեյսմիկ տվյալների հիման վրա Փաստացի (Նազարեթյան, 2002 թ.) գ) ELER ծրագրային ապահովման միջոցով

Աղյուսակ 4-ում, համեմատության համար ներկայացված են շենքերի վնասվածությունների քանակները երեք սցենարների համար, ստացված ELER ծրագրային փաթեթի միջոցով և Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետևանքով շենքերի իրական վնասվածությունների քանակները:

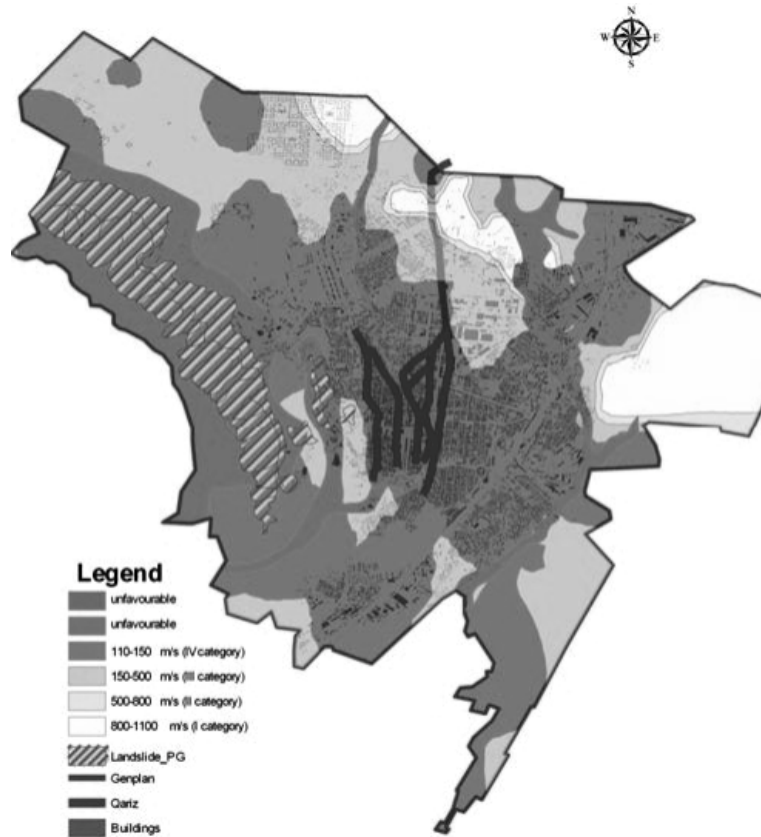
Աղյուսակ 4

Առաջարկվող սցենարների ներքո և Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի հետևանքով վնասված շենքերի բաշխումը

Սցենար	Շենքի դաս	Շենքի վնասվածության աստիճան			Ընդամենը վնասված	Ընդամենը շենքեր	Ընդհանուրի %
		միջին	ուժեղ		լրիվ		
I - ՓՈՈԽ, M7.3, H=10կմ, R=30կմ	Pr_B88	149	99	276	524	3183	16%
	Pr_A89	123	24	64	211	6299	3%
	M_B88	46	20	43	109	245	44%
	M_A89	8	0	0	8	113	7%
	P_F_M	0	0	0	0	394	0%
	Ընդհանուր 10234-ից ընդամենը վնասված	326	143	383	852		
	Ընդհանուրի %	3%	1%	4%	8%		
II - Վրաշա րժ, M6.5, H=10կմ, R=9կմ	Pr_B88	184	135	348	667	3183	21%
	Pr_A89	131	27	85	243	6299	4%
	M_B88	47	21	45	113	245	46%
	M_A89	10	0	0	10	113	9%
	P_F_M	0	0	0	0	394	0%
	Ընդհանուր 10234-ից ընդամենը վնասված	372	183	478	1033		
	Ընդհանուրի %	4%	2%	5%	10 11%		
III - Ախուրյան, M7.2, H=10կմ, R=3կմ	Pr_B88	270	242	926	1438	3183	45%
	Pr_A89	237	115	299	651	6299	10%
	M_B88	43	33	115	191	245	78%
	M_A89	18	4	4	26	113	23%
	P_F_M	0	13	16	29	394	7%
	Ընդհանուր 10234-ից ընդամենը վնասված	568	407	1360	2335		
	Ընդհանուրի %	6%	4%	13%	23%		
Սպիտակ	Pr_B88	25	70	105	200	~3400	6%
	M_B88	221	275	51	547	~790	75%
	P_F	6	55	72	133	~190	70%
ՓՄՄԽ M6.9, H=10կմ	Ընդամենը վնասված	252	400	228	880	4400	
					~20%		

Pr_B88-մինչև 1988 թ. կառուցված մասնավոր քարե տներ,
Pr_A89-1988 թ-ից հետո կառուցված մասնավոր քարե տներ,
M_B88-մինչև 1988թ. կառուցված քարե բազմաբնակարան շենքեր,
M_A89 – 1989թ-ից հետո կառուցված քարե բազմաբնակարան շենքեր,
P_F_M-1989թ-ից հետո կառուցված/ամրացված խոշոր պանելային, կարկասային և միաձույլ կառուցվածքներ:

Գյումրի քաղաքի տարածքում լայնակի ալիքների տարածման միջին արագությունների և անբարենպաստ ենթատարածքների (քարիզ) բաշխումը պատկերված է նկ. 6-ում:



Նկար 6 . Տեղաշարժի ալիքի տարածման միջին արագությունների և անբարենպաստ տարածքների (քարիզ) բաշխումը Գյումրի քաղաքի տարածքում

Համեմատելով վերոհիշյալ պատկերները, կարելի է ակնհայտ նկատել, որ

- 1) շենքերի վնասի բաշխումը հիմնականում պայմանավորված է Գյումրի քաղաքի անբարենպաստ տարածքներով (քարիզ) և լայնակի ալիքի տարածման ցածր արագությունների գոտիներով;
- 2) ստացված արդյունքները լավ համատեղելի են Սպիտակի 1988թ. երկրաշարժի պատճառած փաստացի ավերածությունների տարածքների հետ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ավանեսյան Մ. Ա., Դուրգարյան Բ.Ռ., Բաբայան Ս.Հ., Գևորգյան Ս.Ռ., Ասատրյան, Լ.Ս., Առաքելյան Ա. Ռ., Միմոնյան Մ.Հ. “ՀՀ Վայոց Ձորի մարզի սելամիկ և երկրորդական վտանգների գնահատում” *Գիտություն Երկրի Մասին*, ՀՀ ԳԱԱ ամսագիր, N 1, Երևան, 2011, էջ 17-29
- Դուրգարյան Բ.Ռ., Գևորգյան Ս.Ռ., Բաբայան Ս.Հ., Միմոնյան Մ.Հ., Ավանեսյան Մ.Ա.
 “Թեթևալիկ տեղամասի տեղական էֆեկտը և սելամիկ ու ժեղացումների ազդեցությունը” *Երկրի Մասին Գիտություն*, ՀՀ ԳԱԱ ամսագիր, N 3, Երևան, 2010, էջ 42-47:
- Խաչիյան Է., “Կիրառական երկրաշարժագիտություն”, ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատարակչություն, 2001, Երևան, 311 էջ:
- Նազարեթյան Ս.Ն., Բալասանյան Ս.Յ., Ամիրբեկյան Վ.Ս., “Սելամիկ պաշտպանությունը և նրա կազմակերպումը” Գյումրի “Էլդորադո” հրատարակչություն, 2002, 259 էջ:
- Арефьев С.С. и др. “Эпицентральные сейсмологические исследования”, ISBN 5-94628-076-7: Академкнига, 2003, 375 с.
- Бабаян Т.О. Сейсмическое микрорайонирование территории города Гюмри. Научно-технический отчет. ИГИС НАН РА, Гюмри, 1977г. и 2001 г.
- Хачиан Э.Е., Маркарян Т.Г., Амбарцумян В.А., “Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования”. СНРА II-6.02-2006. Ереван 2006 [Khachian, E.E., Markaryan, T.G., and Hambartsoumyan, V.A., 2006. Earthquake Engineering: Design Norms, CHPA II-6.02-2006.]
- Abrahamson N. Seismic hazard assessment: problems with current practice and future developments, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, 3-8 September, 2006, p. 8590-8606.
- Avanesyan A., Sargsian H., Avanesyan M., Geological structures of strong earthquakes source zones of Armenia (II report). Press of Yerevan State University, N1.2004, Yerevan, pp. 3-16.
- Budnitz R.I., Apostolakis G., Boore D.M., Cluff L.S., Coppersmith K.I., Cornell C.A., Morris P.A., Recommendations for Probabilistic Seismic Hazard Analysis: Guidance on Uncertainty and Use of Experts. Mail 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-ID122160. Vol. 1, 1997, p. 256.
- Douglas J. A comprehensive worldwide summery of strong-motion attenuation relationships for peak ground acceleration and spectral ordinates (1969 to 2000), ESEE Report No. 01-1, January 2001, Imperial College of Science, Technology and Medicine Civil Enginnering Department: London SW7 2BU, 2001, p. 1-126.
- Karakhanian A.S., Trifinov V.G., Philip H., Avagyan A., Hessami K., Jamali F., Bayraktutan S.M., Baghdasarian H., Arakelian S. and Davtian V., Active Faulting and Natural hazards in Armenia, Eastern Turkey and North-western Iran. Tectonophysics. 380/3-4, 2004, pp. 189-219.
- Karakhanian A.S., Balassanian V.S., Active dynamics of the 1988 Spitak earthquake zone. Izvestia AN Armenii, Nauki o Zemlie 2: (in Russian). 1992, pp. 12-21.
- Kenneth W., Cambell and Yousef Bozorgnia, (2008). NGA Ground Motion Model for the Geometric Mean Horizontal Component of PGA,PGV,PGD and 5% Damped Linear Elastic Response Spectra for Periods Ranging from 0,01 to 10 s, Earthquake Spectra, Vol 24, No. 1, 2008, pp. 139-178.
- Pacheco, J., et al. (1989): Teleseismic body wave analysis of the 1988 Armenian earthquake, Geophys. Res.Lett., 16 (12), p.1425-1428.
- Trifonov, V.G., Karakhanian, A.S., Kozhurin, A.J., 1994. Major active faults of the collision area between the Arabian and the Eurasian plates. Proc. Of the Conferencw on Continental Collision Zone Earthquakes and Seismic Hazard Reduction. IASPEI/IDNDR, Yerevan, User’s Manual for CRISIS99 Software, (1999), p. 56-79.

Назаретян С.Н., Оценка сейсмической опасности и риска территории городов зоны Спитакского землетрясения 1988г. Изд-во “Гитутюн” НАН Армении, Ереван, 2013, 205 с.

Հրահանքի՝ Մ.Նազարեթյանի

**ПРОБЛЕМЫ, ПРЕДЛАГАЕМАЯ МЕТОДИКА И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ
РЕАЛИЗАЦИИ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ НАСЕЛЕННЫХ
ПУНКТОВ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ**

**Г.Е.Бабаян, Р.Р.Дургарян, А.Р.Аракелян, М.Р.Геворгян,
С.Г.Бабаян, Г.В.Оганнисян**

Абстракт

В статье представлены международный опыт и стандарты, разработанные методики в области вероятностной и детерминистической оценки сейсмической опасности и риска. Рассмотрены основополагающие вопросы оценки сейсмического риска территории Армении и ее жилых поселений. Обоснованы и предложены основные этапы оценки сейсмической опасности и риска (сценарий землетрясения), использование адаптированного программного комплекса для численной оценки человеческих потерь, разрушений в случае сильного землетрясения, картирования риска исследуемых территорий.

**THE PROBLEMS, PROPOSED TECHNIQUE AND MAIN IMPLEMENTATION
STAGES OF SEISMIC RISK ASSESSMENT FOR SETTLEMENTS IN THE
REPUBLIC OF ARMENIA**

**H.E.Babayan, R.R.Durgaryan, A.R.Arakelyan, M.R.Gevorgyan, S.E.Babayan,
G.V.Hovhannisyan**

Abstract

The article presents the international experience and standards, and the developed technique of probabilistic and deterministic assessment of seismic hazard. Problems of seismic risk assessment for the area of the RA and its settlements are considered. Steps to realize seismic hazard and risk estimations (earthquake scenario), and use of the adapted software package to estimate

expected casualties and damages in case of a strong earthquake and to map the risks within the study area are substantiated and recommended.