
ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՌԻՍԿԻ ԳՈՏՈՒՄ ԽՈՑՄԱՆ ՀԱՎԱՆԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ԳՈՐԾԻՔԱԿԱԶՄԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ

ԵՆԳԻԲԱՐՅԱՆ ԱՆՆԱ

ՀՀ Ներքին գործերի նախարարության կրթահամալիրի
Փրկարար ծառայության և ճգնաժամային կառավարման
ուսումնական ստորաբաժանման բնագիտական
առարկաների ամբիոնի դասախոս
DOI: 10.61746/18292984-2026.1.28cmt-04

Համառոտագիր՝ Մաթեմատիկական կրթության բաղադրիչները ներթափանցել են գիտության տարբեր ոլորտներ՝ սերտաճելով և լինելով հիմք դրանց հետագա զարգացման համար: Դրանք ապահովում են ուսումնասիրությունների և վերլուծության համար անհրաժեշտ գործիքակազմ, որի միջոցով երևույթների էական հատկություններն արտահայտվում են փոփոխականների, իսկ դրանց միջև փոխադարձ կապերը՝ մաթեմատիկական հարաբերությունների միջոցով: Մաթեմատիկական մոդելավորման, վիճակագրական վերլուծության տարրերի կիրառմամբ ուսումնասիրվող ոլորտում տրվում են օբյեկտիվ, ճշգրիտ և գիտականորեն հիմնավորված գնահատականներ:

Մաթեմատիկական գործիքակազմը կիրառվում է նաև սեյսմիկ խոցելիության գնահատման ոլորտում: Հնարավոր վնասների քանակական գնահատումը թույլ է տալիս կանխատեսել սեյսմիկ խոցելիության աստիճանն ու արտակարգ իրավիճակներում ապահովել բնակչության անվտանգության առավել բարձր մակարդակ:

Մաթեմատիկական կրթությունը, նպաստելով նեղ մասնագիտական ոլորտի խնդիրների ուսումնասիրությանը, մասնագիտական արդյունավետ գործունեության անհրաժեշտ նախապայման է դառնում:

Բանալի բառեր՝ ռիսկի գնահատում, մաթեմատիկական մոդելավորում, սեյսմիկ խոցելիություն, կորստի կառուցվածք, մաթեմատիկական գործիքակազմ, շենքերի վնասվածության աստիճան:

Մաթեմատիկան, ձևավորվելով մարդկային գործունեության ընթացքում, մշտապես արտացոլվել է իր ժամանակի պատմահասարակական կյանքում՝ կրելով հասարակության, տնտեսության ու գիտության առկա մակարդակի ազդեցությունը, միևնույն ժամանակ, հանդիսանալով դրանց զարգացման գրավականը:

Գիտատեխնիկական առաջընթացի ներկայիս ժամանակաշրջանում առավելագույնս կարևորվել է սովորողների մտագործունեական կարողությունների զարգացման

հիմնախնդիրը: Մասնագիտական գործունեության արդյունավետությունն ուղիղ համեմատական է դրանց զարգացվածության մակարդակին:

Ժամանակակից պայմաններում մաթեմատիկական գիտության և տեխնիկայի լեզուն է դարձել: Նրա օգնությամբ մոդելավորվում, ուսումնասիրվում և կանխատեսվում են աշխարհում, հասարակության և բնության մեջ տեղի ունեցող շատ գործընթացներ և երևույթներ¹:

Մաթեմատիկական առաջարկում է շրջապատող իրականության ուսումնասիրման համար ընդհանուր և բավականաչափ հստակ տրամաբանական մոդելներ:

Մաթեմատիկական մոդելավորումը հնարավորություն է ընձեռում բացահայտել ուսումնասիրվող երևույթի, գործընթացի օրինաչափությունները, ձևակերպել ընդհանուր օրենքներ՝ ապահովելով գիտական բացատրություն ու կանխատեսման հնարավորություն:

Մաթեմատիկական գործիքակազմի կիրառումն իր ուրույն դերն ունի աղետների ռիսկի գնահատման ոլորտում՝ ապահովելով ուսումնասիրությունների և գնահատականների հավաստիությունն ու ճշգրտությունը: Երկաշարժը՝ որպես բնական վտանգավոր երևույթ, մարդկային և ենթակառուցվածքային մեծ կորուստների պատճառ է հանդիսանում: Այս առումով էլ կարևոր է ռիսկի նկատմամբ խոցելիության գնահատումը:

Աղետի ռիսկն աղետ առաջացնող վտանգի, վտանգավոր երևույթի հավանականության և դրանց նկատմամբ խոցելիության համադրության արդյունք է²:

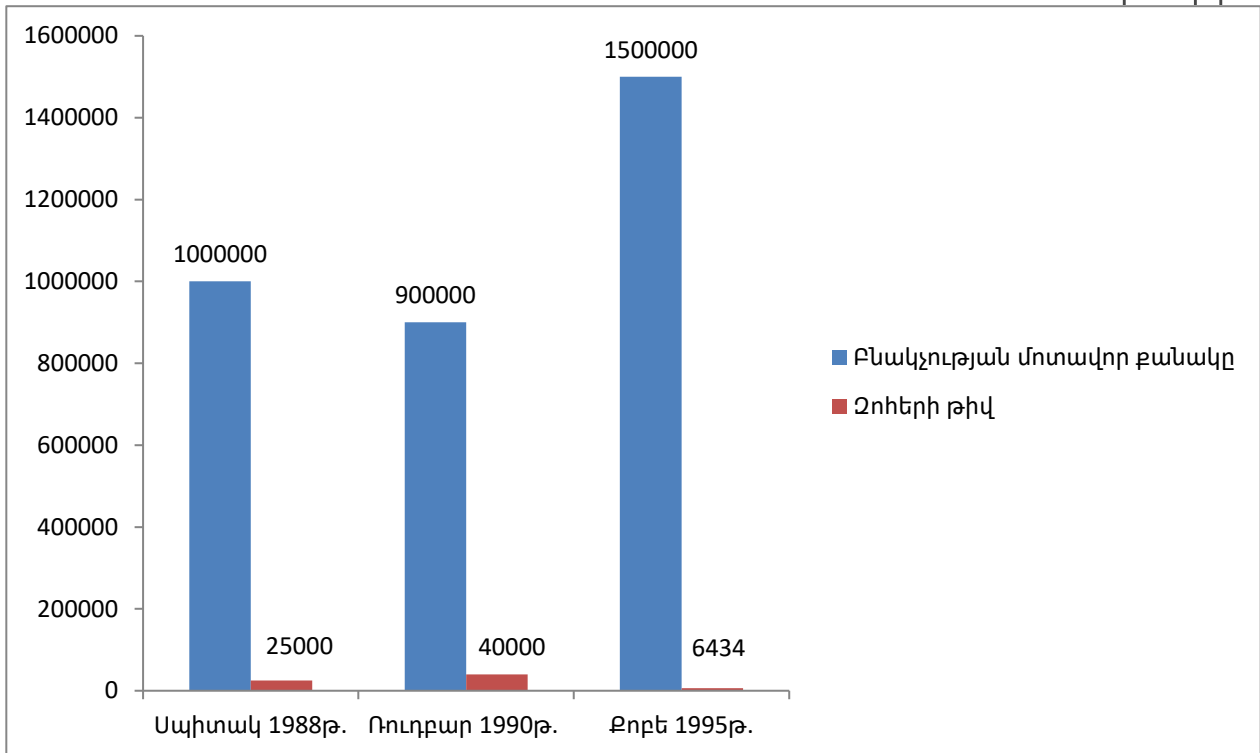
Ռիսկի վերլուծության կարևորագույն խնդիրներից մեկը ռիսկի ենթակա տարրերի բնութագրումն է: Մարդկային և ենթակառուցվածքային կորուստները ռիսկի ենթակա կարևորագույն տարրերից են, որոնց օբյեկտիվ գնահատմանն է ուղղված մաթեմատիկական գործիքակազմի կիրառումը: Այն ուղղակիորեն նպաստում է վիճակագրական տվյալների ուսումնասիրման, վերլուծական կարողությունների ու հմտությունների ձևավորմանն ու զարգացմանը՝ տեղեկատվության հավաքում, ներկայացում աղյուսակների, գրաֆիկների ու դիագրամների տեսքով, վիճակագրական բնութագրերի միջոցով թվային տվյալների վերլուծություն:

Մասնավորապես, Սպիտակի (Հայաստան), Քոբեի (Ճապոնիա) և Ռուդբարի (Իրան) երկրաշարժերի գոտում բնակչության մոտավոր քանակի ու զոհերի թվի վերլուծությունը ցույց է տալիս շենքերի, շինությունների սեյսմակայունության ապահովման, բնակչության պատրաստվածության, անվտանգության կանոնների պահպանման դերն ու կարևորությունը (գծապատկեր 1):

¹ Морозова И. К., Ткачева В. В., Роль математики в развитии логического мышления у школьников, Наука и образование сегодня, № 11(22), 2017, с. 100

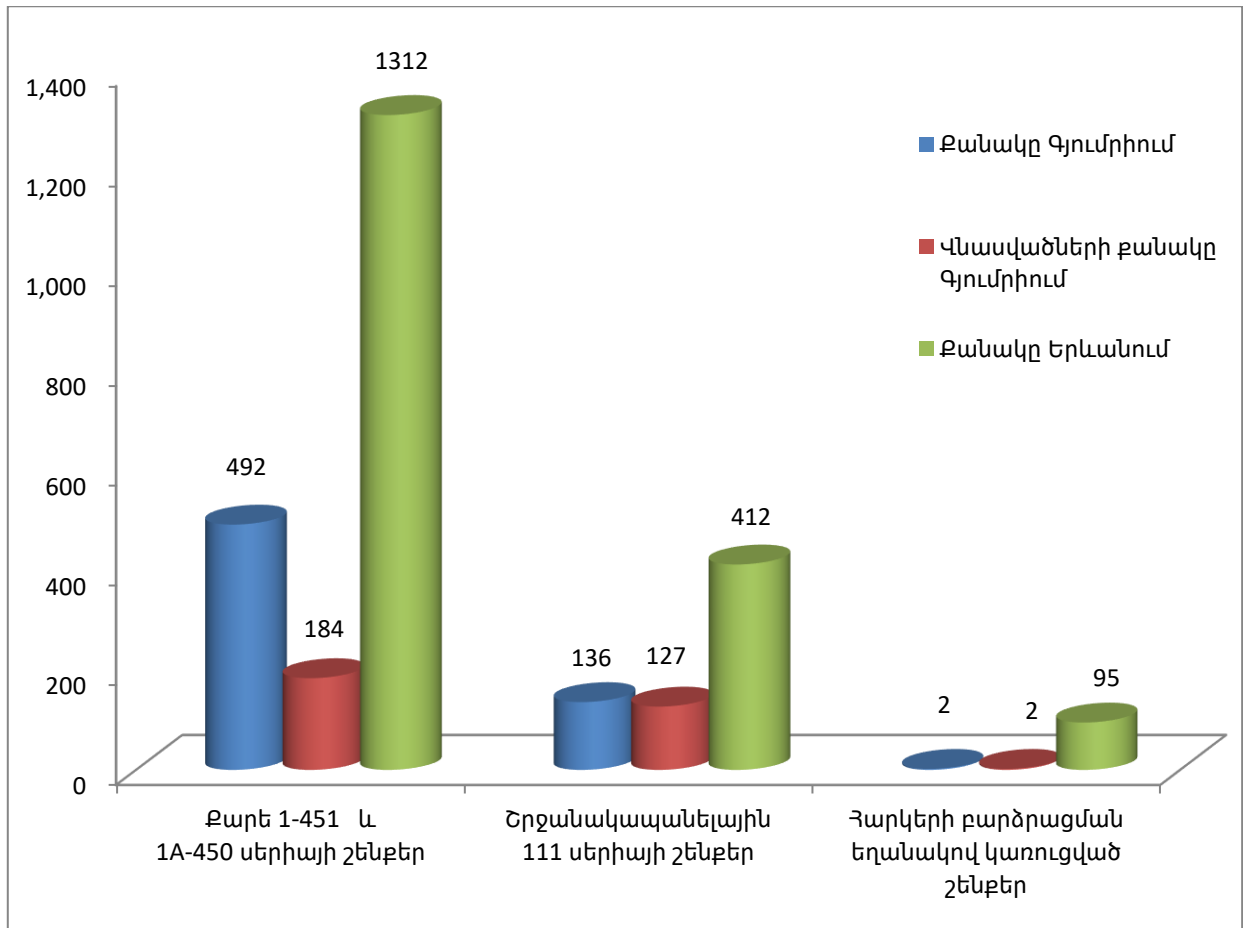
² Աղետների ռիսկի կառավարման և բնակչության պաշտպանության մասին ՀՀ օրենք, N 20-89-Ն

Գծապատկեր 1.



1988 թ. Սպիտակի երկրաշարժի հետևանքով Գյումրիում որոշակի տիպի շենքերի վնասվածության աստիճանի համեմատական վերլուծությունը և Երևանում նմանատիպ շենքերի քանակական համեմատությունը կարևորում են սեյսմիկ խոցելիության՝ տարբեր ուժի երկրաշարժերի դեպքում շենքերի և շինությունների վնասման և փլուզման, մարդկային ու նյութական արժեքների կորստի վերաբերյալ մասնագիտական դիտարկումների ուսումնասիրությունը(գծապատկեր 2):

Գծապատկեր 2.



Սեյսմիկ խոցելիության գնահատումը շենքերի և շինությունների սեյսմիկ խոցելիության (շենքերի, շինությունների հնարավոր վնասվածության աստիճանի կանխատեսում ուժեղ երկրաշարժի դեպքում) և մարդկային ու նյութական արժեքների կորստի հավանականության գնահատումն է³:

Ըստ տեսանելի հետևանքների և ավերածությունների՝ երկրաշարժերի ուժգնության չափման համար կիրառվում է 12- բալանոց MSK-64 կառուցվածքային սանդղակը⁴:

Հետագայում MSK-86 սանդղակում վերանայվեցին շենքերի վնասման ցուցանիշները (շենքերի տեսակների դասակարգում և վնասվածության նկարագրեր՝ ըստ երկրաշարժի ինտենսիվության): Ըստ այդ սանդղակի՝ ընդունվում են շենքերի 6 տիպեր և դրանց սեյսմակայունությունն արտահայտող կառուցվածքային վնասվածության աստիճանի հետևյալ դասակարգումները (աղյուսակ 1)՝

Աղյուսակ 1.

Վնասվածության աստիճանը	Նկարագրություն
j=1 աննշան	Ոչ կառուցվածքային տարրերի վնաս, բարակ ճաքեր (ալյանային վերանորոգումները բավարար են վնասը վերացնելու համար)
j=2 միջին աստիճանի	Ոչ կառուցվածքային տարրերի զգալի վնաս, բարակ ճաքեր կրող պատերի մեջ (վնասները վերացնելու համար ամբողջական վերանորոգումը)

³ Սեյսմիկ պաշտպանության մասին ՀՀ օրենք, ՀՕ-376-Ն,

⁴ Խաչիյան Է. Ե., Կիրառական երկրաշարժագիտություն, Երևան, 2001 թ., էջ 285

	շրջանցվում է)
j=3 լուրջ	Ոչ կառուցվածքային տարրերի ոչնչացում, միջնապատերի մասերի փլուզումներ, կրող կառույցների զգալի վնաս, (հնարավոր են վերականգնողական վերանորոգումներ)
j=4 կառուցվածքային տարրեր մասնակի ոչնչացում	Կրող պատերի ճեղքեր և փլուզումներ, շենքի մասերի միջև կապերի խախտում, շենքի մեծ մասի փլուզում (շենքը ենթակա է քանդման)
j=5 փլուզում	Կրող պատերի և առաստաղների փլուզում, շենքի ամբողջական ոչնչացում

Երկրաշարժերի ազդեցության հետևանքների վիճակագրական տվյալների մշակման արդյունքում ստացվել է 6-12-բալանի երկրաշարժերի դեպքում շենքերի ու շինությունների՝ տարբեր աստիճանի վնասվածություն ստանալու հավանականությունների թվային նկարագիրը (աղյուսակ 2), որի միջոցով կարող ենք կատարել սեյսմիկ ռիսկի գոտում շենքերի և շինությունների վնասվածության քանակական վերլուծություն:

Վերաձևակերպելով Վ. Ստեփանյանի՝ տարբեր ուժգնությամբ երկրաշարժերի դեպքում տարաստիճան վնասվածությամբ շենքերի քանակի հաշվման բանաձևերը⁵ կարող ենք որոշել՝

- $k = 6, \dots, 12$ բալ ուժգնությամբ երկրաշարժերի դեպքում j -րդ աստիճանի վնասվածությամբ i -րդ տիպի շենքերի քանակը՝

$$P_{ij}(k) = n_i C_{ij}(k), \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, 6 \\ j = 1, \dots, 5 \end{matrix}$$

որտեղ n_i -ն i -րդ տիպի շենքերի քանակն է տարածաշրջանում, $C_{ij}(k)$ -ն՝ k բալ ուժգնությամբ երկրաշարժի դեպքում i -րդ տիպի շենքի՝ j -րդ աստիճանի վնասվածություն ստանալու հավանականությունը (աղյուսակ2),

- տարբեր աստիճանի վնասվածությամբ i -րդ տիպի շենքերի քանակը՝

$$P_i(k) = \sum_{j=1}^5 P_{ij}(k) :$$

Ընդհանրացնելով՝ կարող ենք գտնել $k = 6, \dots, 12$ բալ ուժգնությամբ երկրաշարժի դեպքում տարածաշրջանի՝ վնասվածության տարբեր աստիճան ստացած $i = 1, \dots, 6$ տիպի շենքերի քանակը՝

$$P(k) = \sum_{i=1}^6 P_i(k) = \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^5 n_i C_{ij}(k) :$$

Աղյուսակ 2.

⁵ Степанян В.Э., Азарян С.Н. Прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения Ереван, 2017, с. 217

Շենքի տեսակը	Վնասվածության աստիճանը	Շենքերի վնասվածության հավանականությունը 6-12 բալ ուժգնությամբ երկրաշարժի դեպքում						
		6	7	8	9	10	11	12
A Քարե կամ հում աղյուսից շենքեր՝ առանց ամրացման (հին գյուղական տներ, ինքնաշեն շենքեր)	1	0,36	0,13	0	0	0	0	0
	2	0,12	0,37	0,02	0	0	0	0
	3	0,02	0,34	0,14	0	0	0	0
	4	0	0,13	0,34	0,02	0	0	0
	5	0	0,03	0,5	0,98	1	1	1
B Քարե կամ աղյուսից շենքեր՝ մասնակի ամրացմամբ, փայտե կամ կամ թույլ երկաթբետոնե հարկերով (հին բազմաբնակարան շենքեր)	1	0,09	0,4	0,01	0	0	0	0
	2	0,01	0,34	0,15	0	0	0	0
	3	0	0,13	0,34	0,02	0	0	0
	4	0	0,03	0,34	0,14	0	0	0
	5	0	0	0,16	0,84	1	1	1
C Քարե կամ աղյուսից շենքեր՝ երկաթբետոնե միջհարկային սալերով (4-9 հարկանի աղյուսե շենքեր, դպրոցներ, վարչական շենքեր)	1	0,01	0,36	0,13	0	0	0	0
	2	0	0,11	0,37	0,02	0	0	0
	3	0	0,03	0,34	0,14	0	0	0
	4	0	0	0,13	0,34	0,03	0	0
	5	0	0	0,03	0,5	0,97	1	1
C7 Երկաթբետոնե կմախքային շենքեր՝ պատերի և հարկերի կապակցմամբ (մինչև 9 հարկ)	1	0	0,09	0,4	0,01	0	0	0
	2	0	0,01	0,34	0,15	0	0	0
	3	0	0	0,13	0,34	0	0,02	0
	4	0	0	0,03	0,34	0,1	0,14	0
	5	0	0	0	0,15	0,09	0,84	1
C8 Երկաթբետոնե կամ մետաղական կմախք, ուժեղացված սյուներ, կապեր	1	0	0,01	0,36	0,13	0	0	0
	2	0	0	0,1	0,37	0,02	0	0
	3	0	0	0,02	0,34	0,14	0	0
	4	0	0	0	0,13	0,34	0,02	0
	5	0	0	0	0,03	0,5	0,98	1
C9 Երկաթբետոնե հատուկ համակարգերով, մետաղական կամ սեյսմամեկուսիչ շենքեր	1	0	0	0,09	0,4	0,01	0	0
	2	0	0	0,01	0,34	0,15	0	0
	3	0	0	0	0,13	0,34	0,02	0
	4	0	0	0	0,03	0,34	0,14	0
	5	0	0	0	0	0,16	0,84	1

Մարդկային կորուստների թիվը պայմանավորող գործոններից է շենքերի կառուցվածքային վնասվածության աստիճանը:

Աղյուսակ 3-ում ներկայացված է մարդկային կորուստների հավանականությունն ըստ շենքերի՝ j-րդ աստիճանի վնասվածության՝

Կորստի կառուցվածքը	Մարդկային կորուստների հավանականությունն ըստ շենքերի վնասվածության աստիճանի				
	j=1 աննշան	j=2 միջին աստիճան	j=3 լուրջ	j=4 մասնակի ոչնչացում	j=5 փլուզում
Ընդհանուր	0	0,01	0,11	0,6	0,97
Անդառնալի	0	0	0,02	0,23	0,6
Սանիտարական	0	0,01	0,09	0,37	0,37

i-րդ տիպի շենքի՝ $j=1, \dots, 5$ աստիճանի վնասվածություն ստանալու վարկաձևերը նշանակելով համապատասխանաբար B_1, B_2, \dots, B_5 և դրանց դեպքում մարդկային կորուստներ ունենալու համապատասխան պատահույթները՝ $C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{i5}$ ՝ *k* բալ ուժգնությամբ երկրաշարժի դեպքում *i*-րդ տիպի շենքում մարդկային կորուստների հավանականությունը կարող ենք հաշվել լրիվ հավանականության բանաձևով՝

$$\bar{P}_i(k) = \sum_{j=1}^5 P_k(B_j) \cdot P(C_{ij} \setminus B_j), \quad (2)$$

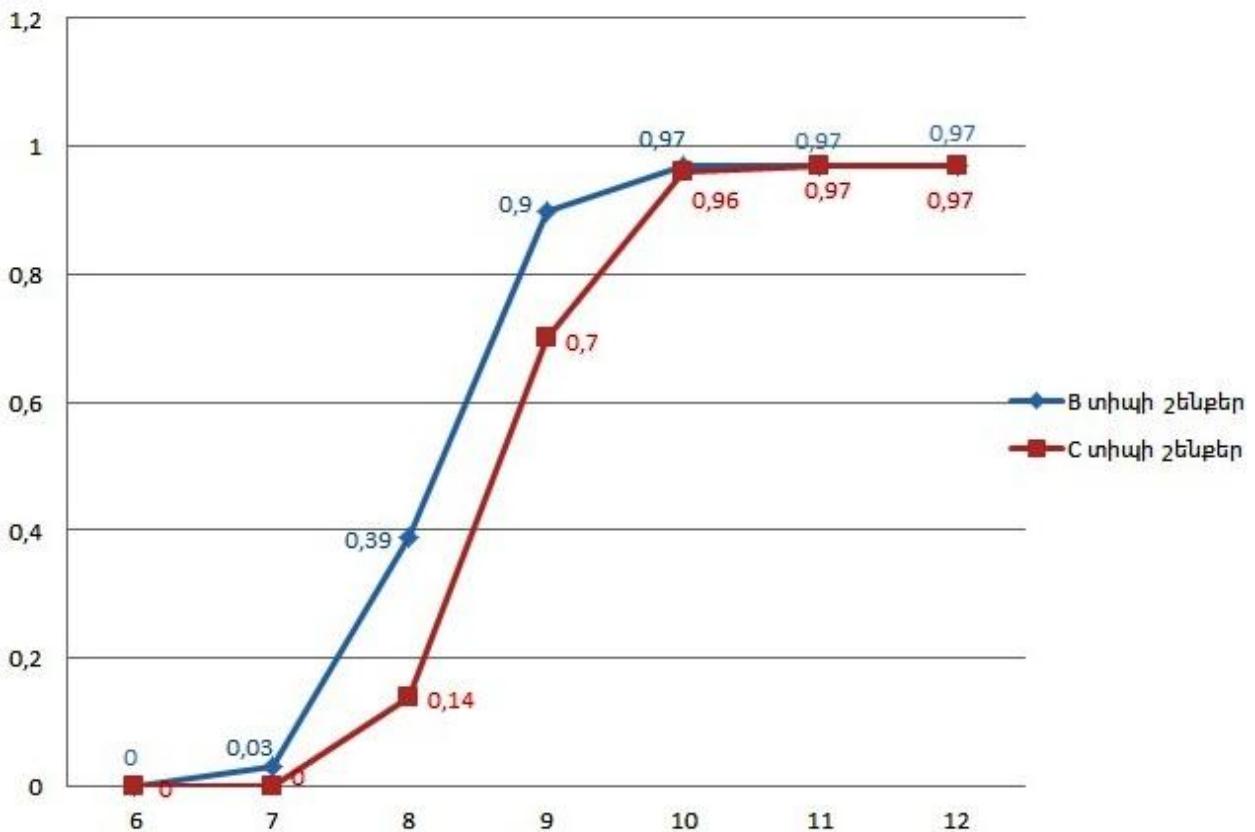
որտեղ $\bar{P}_i(k)$ –ն *k* բալ ուժգնությամբ երկրաշարժի դեպքում *i*-րդ տիպի շենքում մարդկային կորուստների հավանականությունն է,

- $P_k(B_j)$ –ն՝ *k* բալ ուժգնությամբ երկրաշարժի ժամանակ շենքի՝ *j*-րդ աստիճանի վնասվածություն ստանալու հավանականությունը (աղյուսակ 2),
- $P(C_{ij} \setminus B_j)$ –ն՝ մարդկային կորուստների հավանականությունն ըստ *i*-րդ տիպի շենքի՝ *j*-րդ աստիճանի վնասվածության (աղյուսակ 3):

Ստացված տվյալների ուսումնասիրության և վերլուծության արդյունքում հնարավոր է հաշվել մարդկային կորուստների հավանականությունը տարբեր տիպի շենքերում ըստ երկրաշարժի ուժգնության՝ ներկայացնելով աղյուսակային և գրաֆիկական եղանակով:

Մասնավորապես, (2) բանաձևի միջոցով գտնելով *B* և *C* տիպի շենքերում մարդկային ընդհանուր (անդառնալի և սանիտարական) կորուստներն ըստ երկրաշարժի ուժգնության՝ կարելի է այն ներկայացնել համեմատական աղյուսակի և գրաֆիկական եղանակով, ինչը կնպաստի մասնագիտական բնագավառում հանդիպող օրինաչափությունների նկարագրմանն ու վերլուծությանը (աղյուսակ 4, գծապատկեր 3)՝

Շենքի տեսակը	Մարդկային կորուստների հավանականությունն ըստ երկրաշարժի ուժգնության						
	6	7	8	9	10	11	12
B	0	0,03	0,39	0,90	0,97	0,97	0,97
C	0	0	0,14	0,7	0,96	0,97	0,97



K ուժգնությամբ երկրաշարժի դեպքում կառույցներում մարդկային կորուստների կախվածությունն ընդհանրական ձևով ներկայացվում է հետևյալ կերպ⁶

$$M(N) = R \sum_{i=1}^n N_i \bar{P}_i(k)$$

որտեղ R-ը դիսկի գոտու կառույցներում մարդկանց տեղակայվելու հավանականությունն է (միջինացված արժեքը հաշվարկվում է $R = 0.83$),

N_i -ն՝ i-րդ տիպի շենքերում մարդկանց թիվը,

$\bar{P}_i(k)$ - ն՝ i-րդ տիպի շենքերում մարդկային կորուստների հավանականությունը:

Ռիսկի գոտու կառույցներում մարդկանց տեղակայվելու հավանականությունն (R) ըստ ժամային բաշխման վերցվում է ըստ աղյուսակ 5-ի:

Աղյուսակ 5.

Ժամանակահատված	R
23 ⁰⁰ - 7 ⁰⁰	1
7 ⁰⁰ - 9 ⁰⁰	0,6
9 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰	0,7
18 ⁰⁰ - 20 ⁰⁰	0,65
20 ⁰⁰ - 23 ⁰⁰	0,9

⁶ Седнев В.А., Воронов С.И., Лысенко И.А., Кошечая Е.И., Савченко Н.А, Седых Н. И., Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, Москва, 2014, с. 114

Սովորողների մասնագիտական գիտելիքների, կարողությունների ու հմտությունների ձևավորման և զարգացման նկատառումներով կարելի է ստեղծել կոնկրետ տարածաշրջանի մոդել և ուսումնասիրված օրինաչափությունների կիրառմամբ գտնել սեյսմիկ ռիսկի գոտում որոշակի վնասվածության աստիճան ստացած տարբեր տիպի շենքերի քանակն ու դրանցում գտնվող մարդկանց խոցման հավանականությունն ըստ երկրաշարժի ուժգնության և տեղի ունենալու ժամանակի:

Դինամիկ ճարտարագիտական գիտելիքները պահանջում են համալիր մոտեցում՝ ներառելով մաթեմատիկական մոդելներ, տրամաբանական որոշակի կանոններ՝ պայմանավորված ժամանակային և հավանական պատկերացումներով, որոնց միջոցով շենքերի խոցելիության հաշվարկը կարող է նպաստել շենքերի և շինությունների հուսալիությանը՝ ապահովելով բնակչության պաշտպանությունն արտակարգ իրավիճակներում:

Մաթեմատիկական գործիքակազմի կիրառմամբ սովորողներին տրամադրվում են մասնագիտական դասընթացներ՝ անհրաժեշտ գիտելիքներ, կարողություններ ու հմտություններ ուսումնասիրելու համար, որոնց շնորհիվ զարգանում են մտագործունեական կարողություններն ու հմտությունները՝ հենք հանդիսանալով հետագա մասնագիտական գործունեության համար:

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ В ЗОНЕ РИСКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ

ЕНГИБАРЯН АННА

преподаватель кафедры естественных наук
Учебного подразделения спасательной службы и кризисного управления
Образовательного комплекса Министерства внутренних дел
Республики Армения

Аннотация. Компоненты математического образования проникли в различные области науки, переплетаясь и формируя основу для их дальнейшего развития. Они предоставляют набор инструментов, необходимых для исследований и анализа, с помощью которых существенные свойства явлений выражаются в переменных, а взаимосвязи между ними выражаются через математические отношения. Использование элементов математического моделирования и статистического анализа позволяет получать объективные, точные и научно обоснованные оценки в изучаемой области.

Математический инструментарий также используется в области оценки сейсмической уязвимости. Количественная оценка возможного ущерба позволяет прогнозировать степень сейсмической уязвимости и обеспечивать более высокий уровень безопасности населения в чрезвычайных ситуациях. Количественная оценка потенциального ущерба позволяет прогнозировать степень сейсмической уязвимости и обеспечивать более высокий уровень безопасности населения в чрезвычайных ситуациях. Математическое образование, способствующее изучению проблем узкопрофессиональной сферы, становится необходимым условием эффективной профессиональной деятельности.

Ключевые слова: оценка риска, математическое моделирование, сейсмическая уязвимость, структура потерь, математические инструменты, степень повреждения зданий.

ASSESSMENT OF SEISMIC VULNERABILITY IN EARTHQUAKE RISK ZONES USING MATHEMATICAL MODELS

YENGIBARYAN ANNA

Lecturer at the Chair of Natural Sciences,
Rescue Service and Crisis Management Educational Unit,
Educational Complex of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Armenia

Abstract. Mathematical education components have penetrated various fields of science, integrating with them and serving as a foundation for their further development. They provide the necessary toolkit for research and analysis, through which the essential properties of given phenomena are expressed in terms of variables, and the relationships between them are represented by mathematical relations. Through the application of mathematical modeling and elements of statistical analysis, objective, precise, and scientifically grounded assessments are obtained in the field under study.

Mathematical tools are also applied in the assessment of seismic vulnerability. The quantitative evaluation of potential damage makes it possible to predict the degree of seismic vulnerability and to ensure a higher level of public safety in emergency situations.

Contributing to the study of problems within specialized professional fields mathematical education becomes a necessary prerequisite for effective professional activity.

Key words: risk assessment, mathematical modeling, seismic vulnerability, loss structure, mathematical toolkit, degree of building damage.

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. «Աղետների ռիսկի կառավարման և բնակչության պաշտպանության մասին» ՀՀ օրենք, 2025թ., ապրիլի 18, N ՀՕ-89-Ն
2. «Սեյսմիկ պաշտպանության մասին» ՀՀ օրենք, 2002թ., հունիսի 12, ՀՕ-376-Ն
3. Խաչիյան Է. Ե., «Կիրառական երկրաշարժագիտություն», Երևան, 2001թ.

4. Морозова И.К., Ткачева В.В., «Роль математики в развитии логического мышления у школьников», Наука и образование сегодня, № 11(22), 2017
5. Седнев В.А., Воронов С.И., Лысенко И.А., Кошевая Е.И., Савченко Н.А, Седых Н.И., Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, Москва, 2014
6. Степанян В.Э., Азарян С.Н., «Прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения», Ереван, 2017

Հոդվածը գրախոսվել է 05.02.2026
Ներկայացվել է տպագրության 09.02.2026