

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՍՈՒՐԱԴՅԱՆ ԳԵՎՈՐԳ ՍԱՄՎԵԼԻ

ՈՒՐԲԱՆԻՋԱՑՎԱԾ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ ՍԵՅՍՄԻԿ ՄԻԿՐՈՇՐՁԱՆԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆԱԿԱՆ  
ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ ԵՎ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ (ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

ԻՂ.01.08-«Երկրաֆիզիկա, օգտակար հանածոների որոնման երկրաֆիզիկական մեթոդներ»  
մասնագիտությամբ երկրաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի  
հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ-2014

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ  
ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МУРАДЯН ГЕВОРГ САМБЕЛОВИЧ

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ  
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЕРЕВАНА)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата геологических наук  
по специальности: 24.01.08-«Геофизика, геофизические методы  
поисков полезных ископаемых»

ЕРЕВАН-2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի Պետական Համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝ Երկրաբանա-հանքաբանական գիտ. դոկտոր,  
պրոֆեսոր  
**Ռոբերտ Սարիբեկի Մինասյան**

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ Երկրաբանա-հանքաբանական գիտ. դոկտոր,  
պրոֆեսոր  
**Սերգեյ Նորայրի Նազարեթյան**  
Ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտ. թեկնածու,  
դոցենտ  
**Վլադիմիր Սերգեյի Բալասանյան**

Առաջատար կազմակերպություն՝ **«Ճարտարապետության և շինարարության  
Հայաստանի ազգային համալսարան»**

Պաշտպանությունը կայանալու է 2014 թվականի **դեկտեմբերի 5-ին, ժամը 14<sup>30</sup>**-ին ԵՊՀ-ում  
գործող Երկրագիտության 005 Մասնագիտական խորհրդի նիստում  
Հասցեն՝ 0025, ք. Երևան, Ալեք Մանուկյան 1:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ԵՊՀ-ի գրադարանում:  
Սեղմագիրն առաքված է **2014 թվականի նոյեմբերի 5-ին**:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,  
Երկրաբանա-հանքաբանական գիտ. թեկնածու, դոցենտ՝ **Սարատ Արիսի Գրիգորյան**

---

Тема диссертации утверждена в Ереванском Государственном Университете

Научный руководитель: Доктор геолого-минералогического  
наук, профессор  
**Роберт Саривекович Минасян**

Официальные оппоненты: Доктор геолого-минералогических  
наук, профессор  
**Сергей Норайрович Назаретян**  
Кандидат физико-математических  
наук, доцент  
**Владимир Сергеевич Баласанян**

Ведущая организация: **“Национальный университет архитектуры и строительства Армении”**

Защита диссертации состоится **5 декабря 2014 года в 14<sup>30</sup>** часов на заседании  
Специализированного совета 005 “Науки о Земле” при ЕГУ  
Адрес: 0025, Ереван, ул.Алека Манукяна1.  
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЕГУ.  
Автореферат разослан **5 ноября 2014г.**

Ученый секретарь Специализированного совета,  
кандидат геолого-минералогических наук, доцент **Марат Арисович Григорян**

## ԱՇխԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

### Աշխատանքի արդիականությունը

Հայաստանի Հանրապետության բնակչության մեկ երրորդից ավելին բնակվում է Երևան քաղաքում, որը գտվում է 9-10 բալանոց սեյսմիկ գոտում: Մինչդեռ հայտնի է, որ քաղաքի շենքերի և շինությունների մոտ 70 տակոսը կառուցված են 7 - բալանոց երկրաշարժերի հաշվարկով, առկա են նաև նախագծման և կառուցապատման նորմերի խախտումներ: Վիճակը ավելի է բարդացել բնակիչների կողմից բնակարանների տարաբնույթ վերակառուցումների հետևանքներով: Այդ իսկ պատճառով ակնհայտ է դառնում Երևան քաղաքի սեյսմիկ վտանգի գնահատման (վերագնահատման) և սեյսմամիկրոշրջանացման նոր աշխատանքների անհրաժեշտությունը, հաշվի առնելով, որ դրանք վերջին անգամ կատարվել են 10 տարի առաջ:

### Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները

Աշխատանքի նպատակն է՝ ուրբանիզացված տարածքներում սեյսմիկ միկրոշրջանացման մեթոդաբանական հիմունքների պարզաբանումը և իրականացումը (Երևան քաղաքի օրինակով):

Դրված նպատակին հասնելու համար լուծվել են հետևյալ հիմնական խնդիրները.

- Որոշված է ուրբանիզացված տարածքներում երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառման առանձնահատկությունները և հնարավորությունները սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով:
- Կատարված է Երևան քաղաքի տարածքում իրականացված ինժեներա-երկրաբանական, ջրաերկրաբանական և երկրաֆիզիկական նյութերի հավաքագրում և վերլուծություն:
- Բացահայտված են ուսումնասիրված տարածքի ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական պայմանների ժամանակա-տարածքային փոփոխությունները:
- Որոշված են ապարների խտությունների, երկայնական ալիքների տարածման արագությունների միջին կշռային արժեքները և դրանց տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները:
- Սեյսմիկ վտանգի գնահատման նպատակով կազմված են Երևան քաղաքի ճշգրտված ինժեներա-երկրաբանական և միկրոշրջանացման քարտեզներ:

### Աշխատանքի գիտական նորույթը

- Առաջին անգամ Երևան քաղաքի տարածքի համար որոշված է էմպիրիկ կապ գրունտների խտությունների և երկայնայնական ալիքների տարածման արագությունների միջև:
- Կազմված են Երևան քաղաքի տարածքի գրունտների խտությունների, երկայնական ալիքների տարածման արագությունների միջին կշռային արժեքների բաշխվածության քարտեզներ:
- Առաջին անգամ բացահայտված է կապ տարածքի երկրաբանական կտրվածքի 30մ հաստվածքի շերտերի երկայնական ալիքների տարածման արագությունների և հորիզոնական առավելագույն արագացումների միջև:
- Երևան քաղաքի ընթացիք սեյսմիկ վտանգի գնահատման նպատակով կատարված է տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացում:

**Պաշտպանվող հիմնական դրույթները**

- Հիմնավորված է, որ ուրբանիզացված տարածքների ինժեներա-երկրաբանական և ջրատերկրաբանական պայմանների ժամանակա-տարածքային փոփոխությունները պահանջում են սեյսմիկ վտանգի գնահատում (վերագնահատում):
- Որոշված է ուրբանիզացված տարածքներում երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառման հնարավորություններն ու առանձնահատկությունները սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով:
- Բացահայտված և որոշված է ուսումնասիրված տարածքի երկրաբանական կտրվածքի 30մ հաստվածքի գրունտների խտությունների և առածոական հատկությունների կապն ու դրանց տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները:
- Սեյսմիկ վտանգի գնահատման նպատակով հիմնավորված և իրականացված է տարածքի ինժեներա-երկրաբանական շրջանացում և կազմված է ճշգրտված 1:10000 մասշտաբի քարտեզ:
- Ապացուցված է Երևան քաղաքի սեյսմիկ նոր միկրոշրջանացման անհրաժեշտությունը և կազմված է ճշգրտված 1:10000 մասշտաբի քարտեզ:

**Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը**

- Ստացված արդյունքները կարող են կիրառվել`
  - ՀՀ քաղաքաշինության նախարարության նախագծային կազմակերպությունների կողմից Երևան քաղաքի և առանձին համայնքների գլխավոր հատակագծերի մշակման ժամանակ:
  - ՀՀ արտակարգ իրավիճակների նախարարության կազմակերպությունների կողմից Երևան քաղաքի սեյսմիկ վտանգի և սեյսմիկ ռիսկի գնահատման աշխատանքներում:
- Ուսումնասիրությունների մեթոդոլոգիան և մոտեցումները կիրառելի են Հանրապետության մյուս քաղաքների սեյսմիկ վտանգի և ռիսկի գնահատման համար:

**Աշխատանքի արդյունքների տպագրումը և կառուցվածքը**

Աշխատանքի հիմնական դրույթներն ու արդյունքները արտացոլված են հրատարակված 7 գիտական հոդվածներում, որոնք տպագրվել են միջազգային, հանրապետական գրախոսվող ամսագրերում և գիտժողովների նյութերում:

Ատենախոսության արդյունքները ներկայացվել և զեկուցվել են` **ՀՀ ԳԱԱ 70-ամյակին** նվիրված երիտասարդ գիտնականների միջազգային գիտաժողովում, Ծաղկածոր, 2013թ., **Հայ գրատպության 500-ամյակի** և ԵՊՀ ՈԻԳԸ հիմնադրման 65-ամյակին նվիրված միջազգային գիտաժողովում, Երևան, 2013թ., **Համառուսական գիտական կոնֆերանսում** միջազգային մասնակցությամբ, Ստարի Օսկոլ, 2013 թ, **Գիտա-կիրառական VI -րդ** միջազգային կոնֆերանսում, Պերմ, 2013թ., **Է. Խարազյանի ծննդյան 70-ամյակին** նվիրված գիտաժողովում, Երևան, 2014թ., **Գիտա-կիրառական VII -րդ** կոնֆերանսում միջազգային մասնակցությամբ, Պերմ, 2014թ.:

Ատենախոսական աշխատանքն ամբողջությամբ և առանձին բաժիններով քննարկվել է ԵՊՀ Աշխարհագրության և Երկրաբանության ֆակուլտետի երկրաֆիզիկայի ամբիոնի ընդլայնված սեմինարներում և ֆակուլտետի գիտխորհրդի նիստում:

**Աշխատանքի ծավալը և կառուցվածքը**

Աշխատանքը բաղկացած է ներածությունից, հինգ գլուխներից, ունի 102 էջ ծավալ, 103 անուն օգտագործված գրականության ցանկ և մեկ հավելված:

**Երախտագիտություն**

Խորին երախտագիտությունս եմ հայտնում իմ գիտական ղեկավար՝ դոկտոր, պրոֆեսոր Ռ. Ս. Մինասյանին խնդրի դրվածքի, օգտակար խորհուրդների և աշխատանքի նկատմամբ մշտական ուշադրության համար:

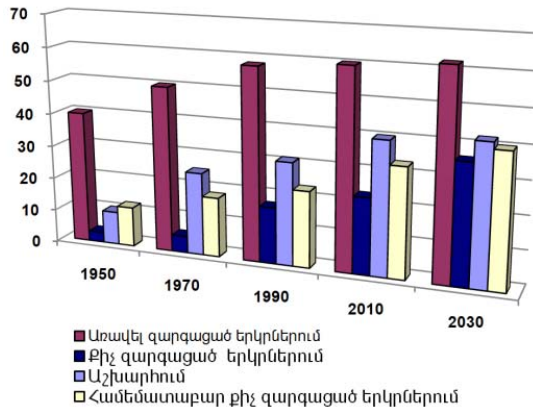
Շնորհակալություն եմ հայտնում ԵՊՀ Աշխարհագրության և Երկրաբանության ֆակուլտետի ղեկան, դոցենտ Ս. Ա. Գրիգորյանին, երկրաֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսորադասախոսական անձնակազմին աշխատանքի ընթացքում օգնության և օգտակար խորհուրդների համար: Շնորհակալություն եմ հայտնում «Երկրաբան Ուտիք» ՍՊԸ տնօրեն Վ.Թ. Գինոլյանին և «Գեոտեստ» ՍՊԸ տնօրեն Ս. Գ. Մուրադյանին համապատասխան նյութերի տրամադրման և աշխատանքի ընթացքում ցուցաբերած աջակցության համար:

**ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՑ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ**

**Ներածությունում** հիմնավորված են թեմայի արդիականությունը, հետազոտությունների նպատակը և խնդիրները, աշխատանքի մեթոդական հիմքերը, աղբյուրները, գիտական նորույթը, կիրառական նշանակությունը, պաշտպանվող դրույթները, փորձահավանությունը, հրատարակումներն ու աշխատանի կառուցվածքը:

**Աշխատանքի առաջին զխում դիտարկված է «Ուրբանիզացված տարածքներում սեյսմիկ միկրոշրջանացման աշխատանքների վերանայման անհրաժեշտությունը»:**

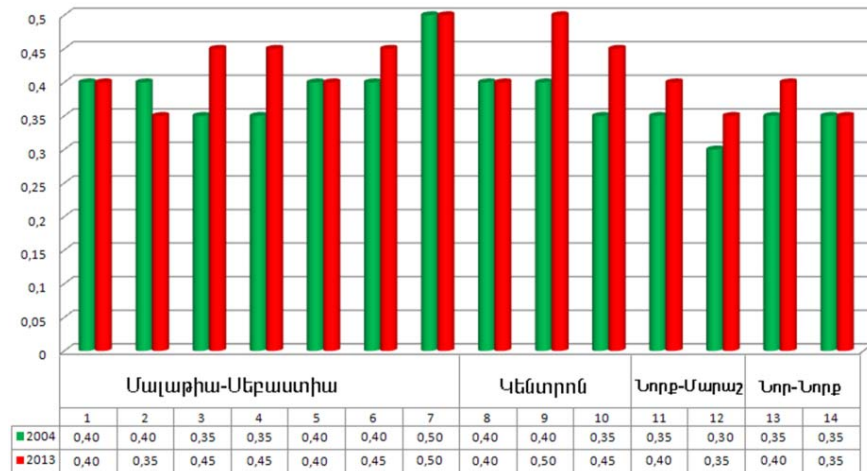
Հայտնի է որ, քաղաքները գոյություն ունեն հինգ հազար տարուց ավելի: Դեռ 19-րդ դարում քաղաքներում ապրում էին երկրագնդի բնակչության 2 տոկոսը: Ներկայումս ուրբանիզացման բազմատարյա շարունակվող ժամանակահատվածում, երկրագնդի բնակչության կեսը ապրում է քաղաքներում ու քաղաքատիպ ավաններում և այդ թիվը շարունակում է աճել: Ջարգացած երկրներում այդ պրոցեսը փորձում են կայունացնել 75 տոկոսի սահմաններում (նկար1):



Նկար 1. Քաղաքային բնակչությունը ըստ ռեգիոնների (արտահայտված տոկոսներով)

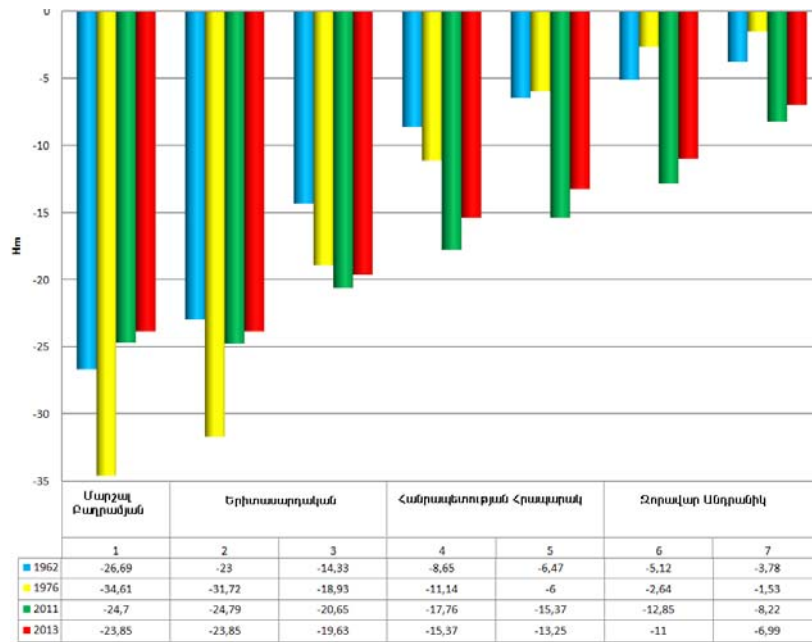
Ուրբանիզացիան զգալի ազդեցություն է թողնում նաև երկրաբանական միջավայրի վրա: Բարդ ռելիեֆային և ինժեներա-երկրաբանական պայմաններում փոխվում է քաղաքների արդյունաբերական համալիրների տեսքը, դրանց տեղադիրքը: Ստորգետնյա տարածքների օգտագործումը խոշոր քաղաքների համար դառնել է անհրաժեշտ գործոն: Նշված խնդիրները առկա են նաև Երևան քաղաքում, որտեղ կառուցվում են հիմնականում բազմահարկ համալիրներ իրենց ստորգետնյա հարկերով, ծանրաբեռնելով շինարարական տարածքները, ստեղծելով հավելյալ լարվածություն գրունտային պայմանների վրա: Կառուցապատումը շարունակվում է նաև քաղաքի լանջերին, Հրազդան գետի գառիթափերին, որի հետևանքով արհեստականորեն մեծանում է շինությունների սեյսմիկ վտանգը: Տեխնաժին գործոնները ազդում են հատկապես տարածքների երկրաբանական կտրվածքի 30մ հաստվածքի վրա: Երևան քաղաքում կառուցապատման արդյունքում տեղի են ունեցել գրունտների զգալի տեղափոխումներ, փոխվել են տեղամասերի ֆիզիկա-երկրաբանական պայմանները, այդ թվում գրունտների

հորիզոնական առավելագույն արագացումները: Նման փոփոխությունների հիստոգրամ 2004 և 2013 թվականների համար բերված է նկար 2-ում:



Նկար 2. Հորիզոնական առավելագույն արագացումների փոփոխությունների հիստոգրամ Երևան քաղաքի տարածքում 2004-2013թ.թ. ժամանակահատվածում:

Նշված ժամանակային փոփոխությունները պահանջում են իրականացնել նման տարածքների սեյսմիկ վտանգի գնահատման (վերագնահատման) նոր աշխատանքներ: Կարևոր գործոն է նաև ուրբանիզացված տարածքներում ստորերկրյա (գրունտային) ջրերի մակարդակների տարածական փոփոխությունները: Ստորերկրյա ջրերի ներթափանցումը կառուցապատման հատվածներ մեծացնում է այդ տեղամասերի սեյսմիկ վտանգը: Գրունտային և տեխնածին ջրերի առկայությունը, դրանց շաժման ուղղությունների որոշումը հնարավորություն է տալիս կանխատեսել գրունտների վազման, ջրիկացման և ջրակալման տեղամասերի առաջացումը: Սեյսմիկ վտանգի նվազեցման նպատակով դրանք պահանջում են համապատասխան միջոցառումների մշակում: Որպես օրինակ նկար 3-ում բերված են գրունտային ջրերի մակարդակների փոփոխությունների հիստոգրամ մետրոպոլիտենի Մարշալ Բաղրամյան - Ջորավար Անդրանիկ ուղեգծով: Նման տատանումները անխտիր բերում են գրունտների ֆիզիկա-մեխանիկական և ջրաֆիզիկական հատկությունների փոփոխության, որի հետևանքով փոխվում են նաև գրունտների սեյսմիկ հատկությունները:

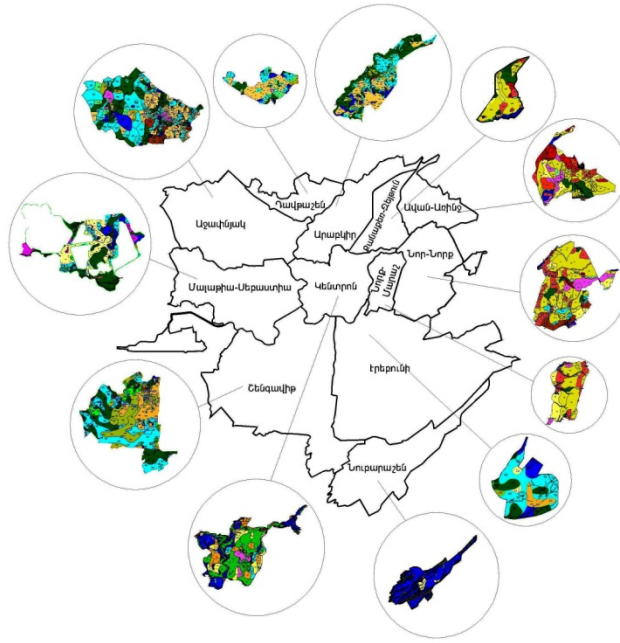


Նկար 3. Գրունտային ջրերի մակարդակների փոփոխությունները մետրոպոլիտենի Մարշալ Բաղրամյան - Զորավար Անդրանիկ ուղեգծով 1962-2013թ.թ. ժամանակահատվածում:

Հետևաբար ուրբանիզացված տարածքներում տեղի ունեցած տեխնածին փոփոխությունների հետևանքով անհրաժեշտություն է առաջանում անրադառնալ այդ տարածքների սեյսմիկ վտանգի գնահատման հարցին:

Հայտնի է, որ Երևան քաղաքի տարածքի միկրոշրջանացման ու սեյսմիկ վտանգի գնահատման աշխատանքները կատարվել են 1966, 1987, 1991 և 2004 թվականներին: Վերլուծելով և ընդհանրացնելով այդ աշխատանքների արդյունքները անհրաժեշտ է նշել, որ հետազոտությունների առանձին հարցեր, որոնք կարևոր են քաղաքի սեյսմիկ վտանգի գնահատման համար, դուրս են մնացել դիտարկումից, այդ թվում՝ ոչ ակտիվ խզվացքների, առանձին բլոկների ազդեցությունների և գրունտային պայմանների ժամանակատարածքային փոփոխությունների գնահատումը: 2004-2013 թվականներին քաղաքի տարածքում կատարվել են նաև սեյսմիկ վտանգի գնահատման նոր աշխատանքներ որոնց տեղամասերը սխեմատիկ բերված են նկար 4-ում («Գեոտեստ»ՍՊԸ, «Գեոռիսկ» ՓԲԸ): Տվյալների ընդհանրացումը և վերլուծությունը, տարածքի ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական ժամանակատարածքային փոփոխությունների հետևանքները պահանջում են անրադառնալ Երևան քաղաքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման խնդրին, հաշվի առնելով նաև շինարարական նոր նորմերի պահանջները:





Նկար 4. Երևան քաղաքում 2004-2013թ.թ. իրականացված սեյսմիկ միկրոշրջանացման տարածքների սխեմա:

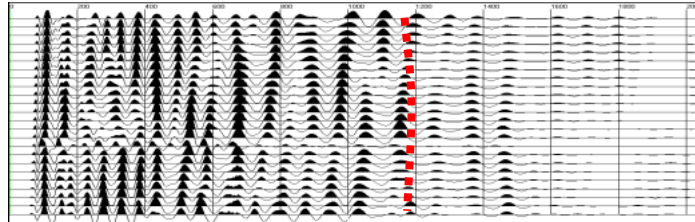
Երկրորդ գլխուն դիտարկված են «Երկրաֆիզիկական մեթոդների համալիրը և դրանց կիրառման առանձնահատկությունները քաղաքային տարածքներում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով»: Հայտնի է, որ ուրբանիզացված տարածքների սեյսմիկ տարբեր մեթոդներ: Դրանց համալիրի ընտրությունը, կիրառման հնարավորությունները և ստացված տվյալների օգտագործումը երկրաբանական, ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական տվյալների հետ զգալիորեն բարձրացնում են սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով իրականացվող աշխատանքների տեղեկատվությունը և արդյունավետությունը: Այդ մեթոդների կիրառման անհրաժեշտ պայմաններից ենուսումնասիրվող միջավայրի գրունտների դիֆերենցացիան (տարաբաժանումը) ըստ ֆիզիկական, ֆիզիկա-մեխանիկական և ջրաֆիզիկական հատկությունների, ինչպես նաև տարածքում խանգարիչ ֆիզիկական դաշտերի ազդեցությունների գնահատումը: Ստորև բերված են սեյսմիկ միկրոշրջանացման այն խնդիրները, որոնց լուծման համար օգտագործված են երկրաֆիզիկական մեթոդներ:

- **Տարածքի ինժեներա-երկրաբանական կառուցվածքի ուսումնասիրություն:**

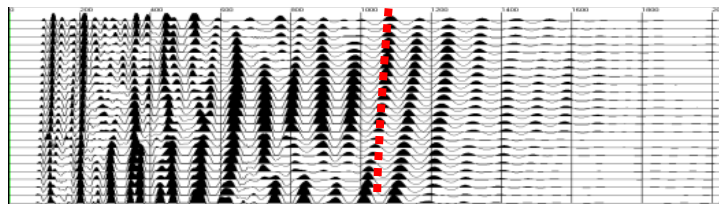
Տվյալ խնդրի լուծման համար, որպես արդյունավետ, առաջարկվում է սեյսմիկ զոնդավորման մեթոդը թվային սարքավորումների կիրառմամբ: Որպես օրինակ աշխատանքում դիտարկված է Երևան քաղաքի «Զվարթնոց» միջազգային օդանավակայանի նոր մասնաշենքի տեղամասում կատարված ուսումնասիրությունների

արդյունքները: Ժամանակակից սեյսմիկ կայանի օգնությամբ նախնական գրանցվել են տեխնածին խանգարիչների ամենափոքր ամպլիտուդների ժամանակային հատվածները:

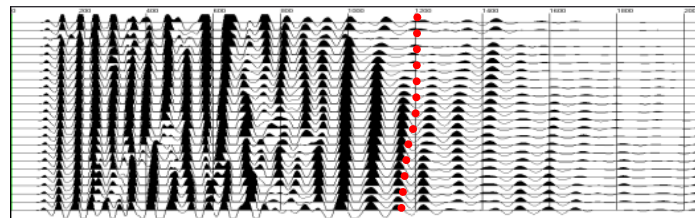
Քաղաքային պայմաններում երկրաբանական կտրվածքի լիթոլոգիական շերտերի տարաբաժանման նպատակով կիրառվել է նաև սեյսմիկ անդրադարձված ալիքների մեթոդը (ԱԱՄ): Որպես օրինակ նկար 5-ում բերված են Երևան քաղաքի Գաֆեսյան թանգարանի, Երևասարդական պալատի և Հրազդան մարզադաշտին հարակից տարածքներում սեյսմիկ ուսումնասիրությունների արդյունքները: Ստացված տվյալները ապացուցում են կիրառված մեթոդիկայի հնարավորությունները, ինժեներա-երկրաբանական խնդիրներ լուծելու համար:



Երևասարդական պալատի տարածք



Գաֆեսյան թանգարանի տարածք



Հրազդան մարզադաշտին հարակից տարածք

Նկար 5. Լիթոլոգիական շերտերի տարաբաժանման օրինակներ անդրադարձված ալիքների մեթոդի կիրառմամբ:

- **Գրունտների առաձգական հատկությունների և ֆիզիկա-մեխանիկական բնութագրերի որոշում (զնահատում)**

Նման խնդրի լուծման օրինակներ հանդիսանում են այն աշխատանքները, որոնք կատարվել են Երևան քաղաքում նախագծված ՋԷԿ-ի տարածքում: Խնդրի լուծման նպատակով կիրառված է սեյսմիկ զոնդավորման մեթոդը հորատանցքերում: Որոշված են

երկայնական և լայնական ալիքների տարածման արագությունները, որոնց հիման վրա հաշվարկված են գրունտների առաձգական հաստատունների մեծությունները՝ K (ՄՊա), E (ՄՊա), λ (ՄՊա), σ, G (ՄՊա) և μ (ՄՊա):

- **Ջրաերրաբանական պայմանների ուսումնասիրություն**

Կատարված աշխատանքները ապացուցում են, որ քաղաքային բարդ խանգարումների սահմանափակ տարածքների պայմաններում գրունտային ջրերի մակարդակների և տարածական բաշխվածության համար կիրառվել են էլեկտրամագնիսական հարուցված դաշտի վերականգնման (ԴՎՍ), առանձին դեպքերում սեյսմագոնդավորում բեկված ալիքների մեթոդները: Մասնավորապես ԴՎՍ կիրառված է մետրոպոլիտենի «Մարշալ Բաղրամյան» կայարանին կից տարածքում ջրատար հորիզոնների առկայության և դրանց տեղադրման խորությունների որոշման նպատակով:

- **Տեկտոնական խզվածքների և ճեղքավորված գոտիների հայտնաբերում և հետամուտ**

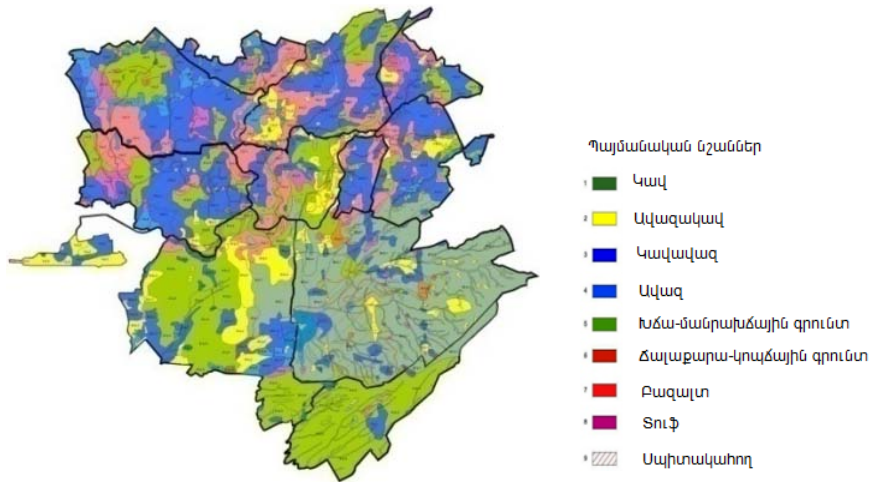
Հայտնի է, որ քաղաքային տարածքներում երկրաբանական մեթոդնրով խզվածքային և ճեղքավորված գոտիների հայտնաբերումը պայմանավորված է մեծ դժվարությունների հետ: Սեր փորձը ցույց է տալիս, որ այդ խնդրի լուծման համար հնարավոր է երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառումը, մասնավորապես նշված ԴՎՍ և ԱԱՄ տարբերակները: Որպես օրինակ աշխատանքում ներկայացված է վերը նշված Գաֆեսչյան թանգարանի շինհրապարակի տարածքում, կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Դիտարկված երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների արդյունքները հաստատում են դրանց կիրառման արդյունավետությունը ուրբանիզացված տարածքներում սեյսմիկ միկրոշրջանացման խնդիրների լուծման նպատակով:

**Երրորդ գլխում դիտարկված են «Ուսումնասիրված տարածքի ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական ժամանակակից պայմանները»:** Վերլուծելով և ընդհանրացնելով տվյալ հարցի վերաբերյալ հրատարակումների և արխիվային նյութերի տվյալները, հաշվի առնելով նաև քաղաքի տարածքում տեղի ունեցած ժամանակա-տարածքային փոփոխությունները սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով կազմված են ընդհանրացված ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական ժամանակակից պայմանները բնութագրող կտրվածքներ ու քարտեզներ:

- **Տարածքի ինժեներա-երկրաբանական ճշգրտված քարտեզագրում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով:**

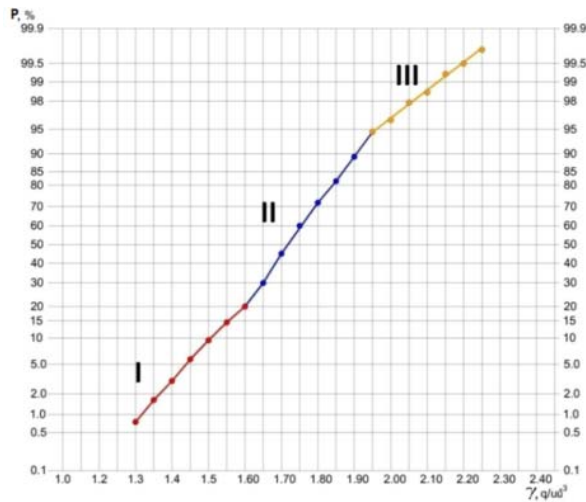
Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում կազմվել է Երևան քաղաքի տարածքի ինժեներա-երկրաբանական քարտեզ սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով (նկար 6):



Նկար 6. Երևան քաղաքի ինժեներա-երկրաբանական ճշգրտված քարտեզ, 2013թ.

- **Տարածքի գրունտների խտությունների և առածգական հատկությունների տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները:** Հորատանցքերից վերցված նմուշների խտությունների և երկայնական ալիքների տարածման արագությունների տարածական բաշխվածության օրինաչափությունների պարզաբանման նպատակով ստացված է կախվածության էմպիրիկ կապեր: Ենթադրելով, որ այդ ցուցանիշների տարածական բաշխվածությունը ենթարկվում է նորմալ (կամ լոգ նորմալ) օրենքի, կիրառելով վիճագրական ու հավանականությունների տեսության մոտեցումները, որոշված են դրանց ամենահավանական արժեքները:

Հայտնի է, որ «հավանականային բլանկի» վրա կառուցված հաճախականությունների գրաֆիկը նորմալ բաշխվածության դեպքում ուղիղ գիծ է, իսկ բեկյալի դեպքում անհրաժեշտ է վերանայել հաշվարկների արդյունքները բաժանելով այն ավելի համասեռ խմբերի: Նկար 7-ում բերված է ստանդարտ բլանկի վրա կառուցված տարածքի գրունտների խտությունների  $\rho, (g/cm^3)$  և դրանց հաճախությունների բաշխվածության ընդհանրացված գրաֆիկը: Վերլուծությունը ցույց է տալիս որ այն բաղկացած է երեք հատվածներից:



Նկար 7. Ուսումնասիրված տարածքի գրունտների խտությունների և հաճախությունների բաշխվածության  $P=f(\sigma)$  ընդհանրացված գրաֆիկ

**Առաջին հատվածը (I)** համապատասխանում է նստվածքային գրունտներին, որոնց խտությունները գտնվում են  $1.30 \text{ q/մ}^3$  -  $1.60 \text{ q/մ}^3$  տիրույթում: Այդ հատվածի համար ստացված է հետևյալ ռեգրեսիայի հավասարումը՝

$$\sigma = 0,3 \ln(Vp) + 0,5 \quad (3.1)$$

որտեղ՝  $\sigma$ ,  $\text{q/մ}^3$  - ապարների խտությունն է,  $Vp$  - սեյսմիկ երկայնական ալիքների տարածման արագությունը, մ/վրկ

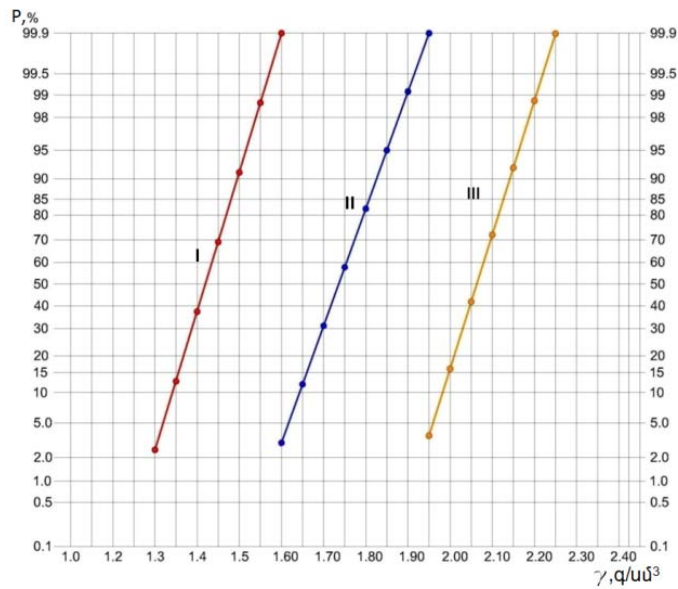
**Երկրորդ հատվածը (II)** համապատասխանում է խճա-մանրախճային գրունտներին, որոնց խտությունները գտնվում են  $1.60 \text{ q/մ}^3$  -  $1.95 \text{ q/մ}^3$  սահմաններում: Հատվածի համար ստացված է հետևյալ ռեգրեսիայի հավասարումը՝

$$\gamma = 0,3 \ln(Vp) - 0,4 \quad (3.2)$$

**Երրորդ հատվածը (III)** համապատասխանում է ժայռային գրունտներին, որոնց խտությունները գտնվում են  $1.95 \text{ q/մ}^3$  -  $2.25 \text{ q/մ}^3$  տիրույթում: Ստացված է հետևյալ ռեգրեսիայի հավասարումը՝

$$\gamma = 2,6 \ln(Vp) - 18,8 \quad (3.3)$$

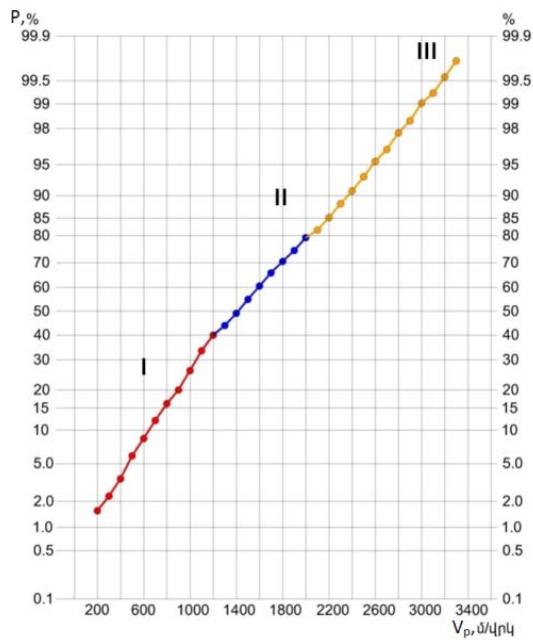
Գրունտների խտությունների վերլուծության նախնական փուլում դրանց արժեքները համարվում են պատահական մեծություններ, այսինքն նրանցից ոչ մեկը չի հանդիսանում փնտրվող մեծության իրական (հավանական) արժեքը: Տվյալ փուլում կարևոր են ոչ թե գրունտների խտությունների առանձին արժեքները այլ դրանց տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները: Հաջորդ փուլում ուսումնասիրվող տարածքում առանձնացված են գրունտների խտությունների բաշխվածության առանձին տեղական տեղամասեր: Արդյունքում կառուցված է հաճախականությունների նոր երեք գրաֆիկներ (տես նկար 8): Որոշված են գրունտների խտությունների միջին ամենա հավանական արժեքները:



Նկար. 8 Երևան քաղաքի տարածքի գրունտների խտությունների և հաճախությունների բաշխվածության  $P=f(\gamma)$  տարաբաժանված գրաֆիկներ

ա) կավավազային գրունտներ  $\gamma=1.45$   $q/սմ^3$ , բ) խճա-մանաչախճային գրունտներ  $\gamma=1.75$   $q/սմ^3$ , գ) ժայռային գրունտներ  $\gamma=2.05$   $q/սմ^3$ :

Նշված մոտեցմամբ կառուցվել է Երևան քաղաքի տարածքի գրունտներում երկայնական ալիքների տարածման արագությունների հաճախությունների բաշխվածության ընդհանրացված գրաֆիկը (նկար 9): Ստացված ընդհանրացված գրաֆիկի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ այս դեպքում ևս այն բաղկացած է երեք բեկյալ հատվածներից:



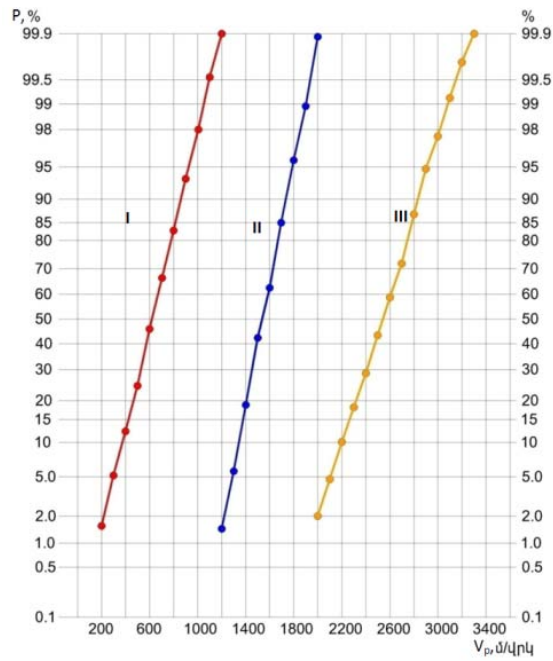
Նկար 9. Ուսումնասիրված գրունտներում առածգական ալիքների տարածման արագությունների հաճախությունների բաշխվածության  $P=f(V_p)$  ընդհանրացված գրաֆիկ

**Առաջին հատվածը** (I) համապատասխանում է նստվածքային գրունտներին, որոնց համար երկայնական ալիքների տարածման արագությունները գտնվում են 200 մ/վրկ - 1200 մ/վրկ տիրույթում:

**Երկրորդ հատվածը** (II) համապատասխանում է խճա-մանրախճային գրունտներին, որոնց արագությունները փոփոխվում են 1200մ/վրկ-2000 մ/վրկ սահմաններում:

**Երրորդ հատվածը** (III) պայմանավորված է ժայռային գրունտներով, որոնց արագությունները գտնվում են 2000 մ/վրկ-3300 մ/վրկ տիրույթում:

Ինչպես նախորդ դեպքում, ընդհանրացված գրաֆիկը տարաբաժանված է 3 մասնակի գրաֆիկների (նկար 10): Այստեղ ևս գրունտների երկայնական ալիքների արագությունների տարածական բաշխվածությունը ենթարկվում է նորմալ օրենքին: Ստացված են հետևյալ ամենահավանական արժեքները՝ ա)կավավազային գրունտների համար  $\bar{V}_p = 600$  մ/վ, բ) խճա-մանրախճային գրունտների համար  $\bar{V}_p = 1500$  մ/վ, գ)ժայռային գրունտներ բազալտ, անդեզիտաբազալտների համար  $\bar{V}_p = 2500$  մ/վ:



Նկար 10. Ուսումնասիրված տարածքի գրունտների առածգական ( $V_p$ , մ/վրկ) ալիքների արագությունների հաճախությունների լոկալ բաշխվածության  $P=f(V_p)$  գրաֆիկներ

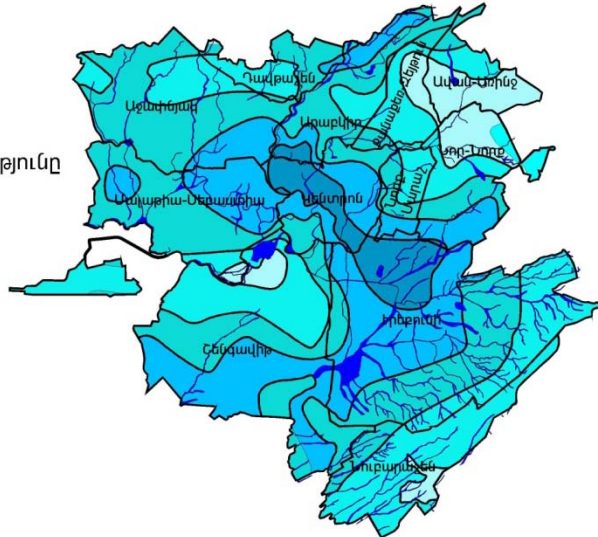
Վերլուծության արդյունքում ստացված են գրունտների խտությունների և արագությունների միջին ամենահավանական արժեքները, որոնք օգտագործված են տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման աշխատանքների ժամանակ:

- **Տարածքի ջրերկրաբանական քարտեզագրում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով:**

Քաղաքի տարածքում փորված 507 հորատանցքերի և երկրաֆիզիկական հետազոտությունների արդյունքներով ստացված են տվյալներ ջրատար հորիզոնների տարածական բաշխվածության և գրունտային ջրերի մակարդակների խորության, դրանց ժամանակային փոփոխության վերաբերյալ: Ստորև բերված է համընդհանուր քարտեզ (նկար 11), որը ցույց է տալիս ներկա ժամանակահատվածում (2013թ.) գրունտային ջրերի խորությունները:



Ստորերկրյա ջրերի խորությունը



Նկար 11. Երևան քաղաքի տարածքի գրունտային ջրերի խորությունների քարտեզ, 2013թ:

Ստացված ջրաերկրաբանական տվյալները օգտագործված են ուսումնասիրված տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման աշխատանքներում:

- **Ուսումնասիրված տարածքի տեկտոնական խզվածքները:** Տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման և սեյսմիկ վտանգի գնահատման համար կարևոր խզվածքները հետևյալներն են՝
  - **Գառնիի ակտիվ բեկվածքը՝** հետամտվում է քաղաքի հյուսիսային ծայրամասերից 10 կիլոմետր հեռավորության վրա :
  - **Երևանյան խորքային բեկվածք՝** երկրի մակերևույթի վրա չի արտահայտված, համարվում է ակտիվ, որի հիմնական չափանիշներն են բազմաթիվ ածխաթթվային աղբյուրների և տրավերտինային նստվածքների առկայությունը: **Փարաքարի բեկվածք** (Երևանյան բեկվածքի սեզմենտ)՝ հետամտվում է քաղաքի հարավային ծայրամասերում սեզմենտի ձևով և բնութագրվում է միջին սեյսմիկ ակտիվությամբ:

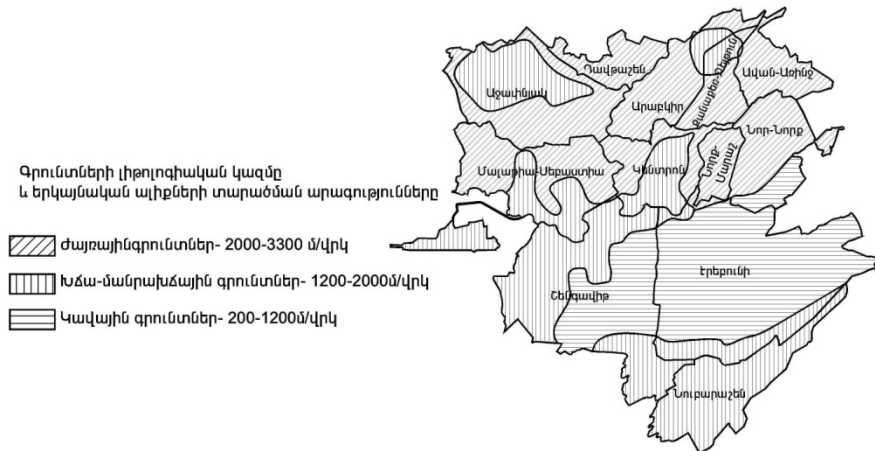
Տարածքում քարտեզագրված ակտիվ խզվածքային գոտիները և դրանց տարածական տեղադրումը բերված են Է.Խարազայանի կողմից կազմված Երևան քաղաքի երկրաբանական քարտեզի վրա:

Նշված ինժեներա-երկրաբանական, ջրաերկրաբանական և տեկտոնական գործոնները հաշվի են առնված տարածքի սեյսմիկ վտանգի գնահատման ժամանակ:

**Չորրորդ գլխում դիտարկված է «Տարածքի ինժեներա-երկրաբանական շրջանացում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով»:** Ուժեղ երկրաշարժերի մակրոսեյսմիկ հետազոտությունների փորձը ցույց է տալիս, որ սեյսմիկ ուժգնությունը մեծ ազդեցություն է թողնում գրունտների 30մ հաստվածքի ֆիզիկա-մեխանիկական և ջրաֆիզիկական հատկությունների վրա:

- **Տարածքի քարտեզագրում ըստ գրունտների լիթոլոգիական կազմի և առածգական հատկությունների սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով:** Աշխատանքում Երևան

քաղաքի տարածքի համար կատարվել է շրջանացում ըստ գրունտների լիթոլոգիական կազմի և դրանց սեյսմիկ հատկությունների: Կազմված քարտեզը բերված է նկար 12-ում:



Նկար 12. Երևան քաղաքի տարածքի ինժեներա-երկրաբանական քարտեզ ըստ գրունտների լիթոլոգիական կազմի և առաձգական հատկությունների (բնօրինակի մասշտաբը 1:10000), 2013թ.

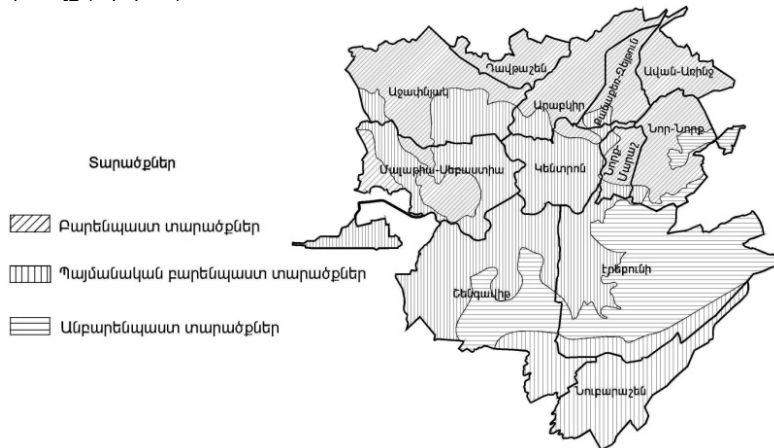
• **Տարածքի ջրաերկրաբանական քարտեզագրում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով**

Հայտնի է, որ տարածքի սեյսմիկ վտանգի վրա զգալի ազդեցություն են թողնում գրունտային ջրերի խորությունները: Համաձայն սեյսմիկ միկրոշրջանացման մեթոդական ցուցումների ջրահագեցած կավային և ավազային գրունտների համար սեյսմիկ ազդեցությունների գործակիցը ընդունված է մեկ միավոր: Խոշորաբեկոր 30%-ից ավելի կավային և ավազակավային լցանյութով գրունտների համար այն ընդունվում է 0.5, իսկ 30%-ից պակաս կավային և ավազակավային լցանյութով հրաբխածին, թույլ հողմնահարված ժայռային ապարների համար 0: Արխիվային նյութերի և մեր կողմից վերջին տարիներին (2004-2013թ.թ.) կատարված բազմաթիվ չափումների տվյալների վերլուծության հիման վրա իրականացված է Երևան քաղաքի տարածքի ջրաերկրաբանական քարտեզագրում ըստ գրունտային ջրերի խորությունների (նկար 13):



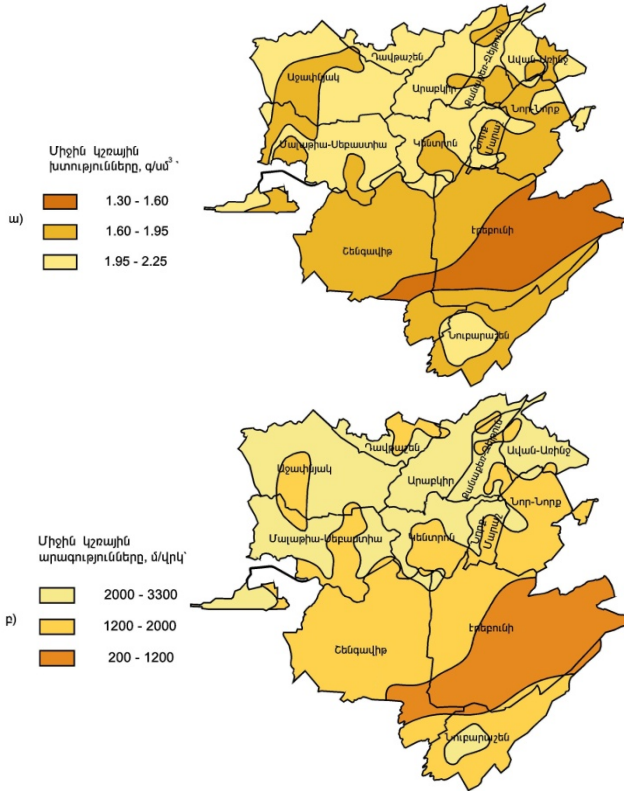
Նկար 13. Երևան քաղաքի տարածքի ջրաերկրաբանական քարտեզագրում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով (բնօրինակի մասշտաբը 1:10 000), 2013թ

- **Տարածքի ճշգրտված ինժեներա-երկրաբանական շրջանացում:** Տվյալ քարտեզի կազմման համար հիմք է հանդիսացել վերը դիտարկված ինժեներա-երկրաբանական և ջրա-երկրաբանական քարտեզագրման նյութերը: Համադրման հիման վրա կազմվել է Երևան քաղաքի տարածքի ճշգրտված ինժեներա-երկրաբանական շրջանացման քարտեզը (նկար 14):



Նկար 14. Երևան քաղաքի տարածքի ինժեներա-երկրաբանական շրջանացման քարտեզ (բնօրինակի մասշտաբը 1:10 000), 2013թ  
Ստացված քարտեզագրման նյութերը օգտագործված են ուսումնասիրված տարածքի սեյսմիկ վտանգի գնահատման համար:

**Հինգերորդ գլխում դիտարկված է «Երևան քաղաքի տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացում»:** Տվյալ նպատակի համար օգտագործված են 30 մ և ավելի խորություն ունեցող հորատանցքերի տվյալները: Խնդրի լուծման ընթացքում կիրառված է տվյալների մշակման և վերլուծման նոր մոտեցումներ: Հիմք ընդունելով «ՀՀՇՆ II-6.02-2006 Սեյսմակայուն Շինարարություն Նախագծման Նորմերը» Երևան քաղաքի համար որպես էտալոնային ընդունվել են խճա-մանրախճային գրունտները, որոնք հանդիպում են հիմնականում քաղաքի կենտրոնական մասում: Այդ գրունտներ համար խտությունների միջին կշռային արժեքը ընդունված է  $1.75 \text{ գ/սմ}^3$ , արագությունը՝  $1200 \text{ մ/վրկ}$ : Սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով կառուցված են Երևան քաղաքի տարածքի գրունտների խտությունների և երկայնական ալիքների տարածման արագությունների 30 մ հաստվածքի միջին կշռային արժեքների բաշխվածության քարտեզներ, որոնք բերված են նկարներ 15ա,բ -ում:



Նկար 15. Երևան քաղաքի տարածքի գրունտների խտությունների (ա) և երկայնական ալիքների տարածման արագությունների (բ) միջին կշռային արժեքների բաշխվածության քարտեզներ (բնօրինակների մասշտաբը 1 : 10 000), 2013թ.

• **Գրունտներում հորիզոնական առավելագույն արագացումների տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները**

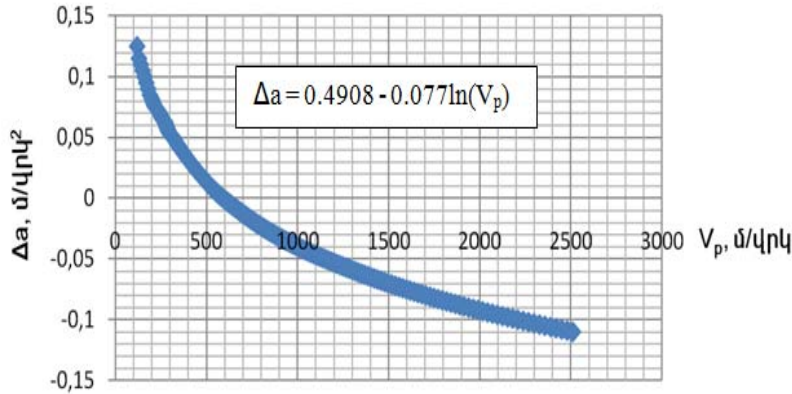
Տարածքի գրունտների առավելագույն հորիզոնական արագացումները հաշվարկվել են հետևյալ բանաձևով՝ (Ուլունով Վ.Ի.)՝

$$a = 10^{(0.3 \times I - 3.7)} \quad (5.1)$$

որտեղ՝  $I$  - սեյսմիկ ուժգնությունը բալերով,  $a$  - ն հորիզոնական արագացումն է  $g$  - ի մասերով:

Սպասվող առավելագույն հորիզոնական արագացումների հաշվարկների համար տարածքի ելակետային սեյսմիկ վտանգը, համաձայն ՀՀՇՆ II-6.02-2006 «Սեյսմակայուն Շինարարություն Նախագծման Նորմերի» 5.2.2 կետի, ընդունվել է 0.48g:

Սեյսմիկ վտանգի գնահատման ուսումնասիրությունների գործնական արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով, ստացված է էմպիրիկ կապ գրունտների հորիզոնական առավելագույն արագացումների և երկայնական ալիքների տարածման արագությունների միջին կշռային արժեքների միջև: Համապատասխան գրաֆիկը և էմպիրիկ բանաձևը բերված են նկար 16-ում:



Նկար 16. Գրունտներում երկայնական ալիքների արագությունների և առավելագույն հորիզոնական արագացումների կապի գրաֆիկ

Օգտագործելով ստացված կապը սպասվող հորիզոնական առավելագույն արագացման մեծության բանաձևը կլինի՝

$$a = a_0 + [0.4908 - 0.077 \ln(V_p)] \quad (5.2)$$

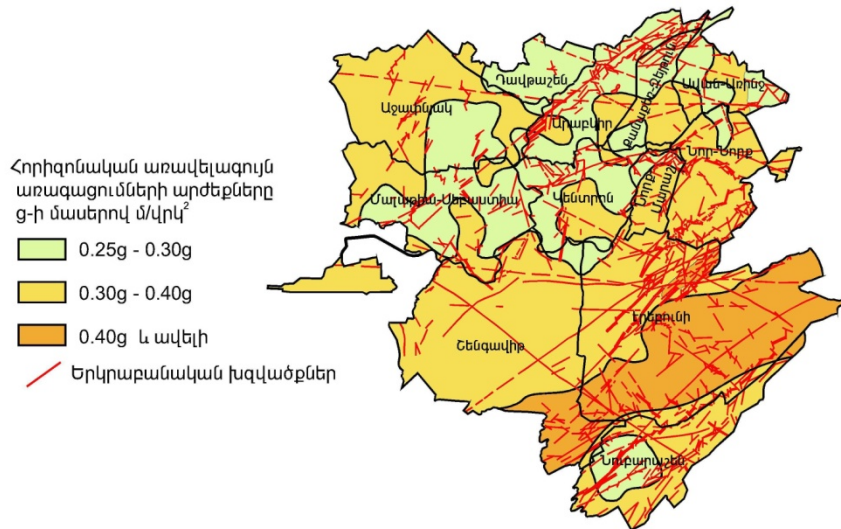
որտեղ՝  $V_p$  – ն երկայնական ալիքների տարածման արագությունն է, մ/վրկ;

$a$  - ն հորիզոնական արագացումն է  $g$  - ի մասերով;

$a_0$  - ն ելակետային սեյսմիկ վտանգն է՝ 0.48g:

Տվյալ էմպիրիկ բանաձևը հնարավորություն է տալիս դաշտային սեյսմիկ չափումներով որոշել (գնահատել) տարածքի սեյսմիկ վտանգը և ժամանակատարածքային փոփոխությունները:

Տվյալների վերլուծության և ընդհանրացման հիման վրա մեր կողմից կազմվել է Երևան քաղաքի տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման ճշգրտված քարտեզ, որի հիմքում դրված են գրունտներում հորիզոնական առավելագույն արագացումների արժեքները (նկար 17), որը առաջարկվում է օգտագործել Երևան քաղաքի և նրա առանձին համայնքների գլխավոր հատակագծերի մշակման աշխատանքներում:



Նկար 17. Երևան քաղաքի տարածքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման քարտեզ (բնօրինակը 1:10 000 մասշտաբի), 2013թ.

### Եզրակացություններ և առաջարկություններ

Ուրբանիզացված տարածքներում տարբեր բնույթի վերգետնյա և ստորգետնյա կառույցների շինարարության, ստորերկրյա ջրերի մակարդակների փոփոխության, կառուցապատման և տարբեր բնույթի անտրոպոգեն գործունեության հետևանքները զգալիորեն փոխում են միջավայրի ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական, և սեյսմիկ պայմանները: Մասնավորապես նման իրավիճակ է ստեղծված Երևան քաղաքում: Քաղաքի տարածքի ներկայիս սեյսմիկ վտանգի պարզաբանման և գնահատման համար տվյալ ատենախոսության սահմանում կատարված գիտա-հետազոտական և կիրառական աշխատանքների արդյունքները բերել են հետևյալ եզրակացությունների և առաջարկությունների:

- Ուրբանիզացված տարածքներում սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով, որպես երկրաֆիզիկական մեթոդների արդյունավետ համալիր առաջարկվում է.
  - ա) Գրունտների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրման համար ժամանակակից թվային կայանների օգտագործմամբ սեյսմիկ զոնդավորում գծային և բազմաազիմուտային տարբերակներով:
  - բ) Գրունտային ջրերի մակարդակների որոշման նպատակով՝ էլեկտրագոնդավորում դաշտի վերականգման (ՂՎՄ) և սեյսմագոնդավորման (ԲԱՄ) մեթոդներով:
  - գ) էլեկտրապրոֆիլացման (ԷՊ) և ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման (ՈՒԷԶ) երկբաղադրիչ տարբերակները՝ ապարների լիթոլոգիական սահմանների տարաբաժանման, դրանց ջրատարության և ճեղքավորվածության գնահատման համար:
  - դ) Անդրադարձված և բեկված ալիքների տարբերակները՝ առանձին լիթոլոգիական շերտերի սահմանների հետամտման նպատակով:

ե) էլեկտրաչափական գոնդավորում դաշտի վերականգման (ՌՎՄ) և սեյսմագոնդավորում (ԲԱՄ) մեթոդներով խզվածքային գոտիների հայտնաբերում և հետամտում:

- Հաշվի առնելով, որ Երևան քաղաքի վերջին սեյսմամիկրոշրջանացումը կատարված է 10 տարի առաջ (2004թ.) և այդ ընթացքում տեղի են ունեցել տարածքա-ժամանակային ինժեներա-երկրաբանական և ջրաերկրաբանական զգալի փոփոխություններ, ապա անհրաժեշտություն է առաջացել իրականացնել քաղաքի նոր սեյսմիկ միկրոշրջանացման և սեյսմիկ վանգի գնահատման աշխատանքներ:
- Երևան քաղաքի տարածքում 30մ և ավելի հորատված հորատանցքերի նմուշարկման, դրանց լաբորատոր չափումների տվյալների վերլուծության, ընդհանրացման հիման վրա որոշված են գրունտների խտությունների միջին կշռային արժեքները ու դրանց տարածական բաշխվածության օրինաչափությունները:
- Գրունտների ֆիզիկա-մեխանիկական (խտությունների) և սեյսմիկ ալիքների տարածման արագությունների համատեղ վերլուծության հիման վրա երկրաբանական կտրվածքի 30մ հաստվածքի համար ստացված են համապատասխան կոռելացիոն կապեր:
- Առաջին անգամ ստացված է կոռելացիոն կապ գրունտներում (շերտերում) երկայնական ալիքների տարածման արագությունների և առավելագույն հորիզոնական արագացումների միջև: Երևան քաղաքի տարածքի համար կառուցված է գրունտների առավելագույն հորիզոնական արագացումների 1:10000 մասշտաբի քարտեզ, համաձայն որի հյուսիսային հատվածը սեյսմիկ տեսկետից համարվում է բարենպաստ, կենտրոնականը՝ պայմանական բարենպաստ և հարավային- հարավ-արևելյանը՝ անբարենպաստ:

**Ուսումնասիրությունների արդյունքների հիման վրա արված են հետևյալ առաջարկությունները.**

- Երևան քաղաքի սեյսմիկ միկրոշրջանացման քարտեզը կարող է օգտագործվել ՀՀ քաղաքաշինության նախարարության, ՀՀ ԱԻՆ աշխատակազմի ՍՊԾ-ի աշխատակիցների ինչպես նաև առանձին նախագծային կազմակերպությունների կողմից տարածքների սեյսմիկ վտանգի գնահատման (վերագնահատման) համար:
- Ուսումնասիրված տարածքի նմանատիպ ինժեներա-երկրաբանական տարածքների սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով առաջարկվում է կիրառել աշխատանքում բերված արագացումների և արագությունների կախվածության օրինաչափությունները և մոտեցումները:
- Ատենախոսությունում բերված ուսումնասիրությունների մեթոդոլոգիան կիրառելի է Հանրապետության մյուս քաղաքների և բնակավայրերի սեյսմիկ միկրոշրջանացման աշխատանքներում:

**Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են հետևյալ աշխատանքներում.**

1. **Минасян Р. Мурадян Г.** Инженерно геологическое обоснование для сейсмического микрорайонирования урбанизированных территорий (на примере города Еревана) Вестник МАНЭБ, том 16 номер 5, выпуск 2, 2011г., с. 9 -14
2. **Минасян Р. Мурадян Г. Минасян С.** Сравнительный анализ инженерно-геологических условий участка Агарак-Мегри в связи с проектно-строительными работами (по результатам геофизических исследований) Вестник МАНЭБ, том 16 номер 5, выпуск 2, 2011г., с.14 -21
3. Состояние проблемы и необходимость уточнения карты сейсмомикрорайонирования г.Еревана. Материалы Всероссийской научной конференции с Международным участием, Старый Оскол, 2013г.,с.89-91
4. Уточнение инженерно-геологической карты в связи с сейсмомикрорайонированием территории г.Еревана. Сборник научных трудов (по материалам VI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием), Геология в развивающемся мире, том 2, Пермь, 2013г. ,с 200-202
5. Քաղաքային տարածքների սեյսմիկ վտանգի գնահատման ինժեներա-երկրաբանական պայմանների առանձնահատկությունները: ԵՊՀ, ուսանողական գիտական ընկերություն, Հայ գրատպության 500-ամյակին և ԵՊՀ ՈՒԳԸ հիմնադրման 65-ամյակին նվիրված միջազգային գիտաժողովի հոդվածների ժողովածու 1, բնական գիտություններ, Երևան 2013թ, էջ 44-51
6. Установление закономерностей между скоростями распространения продольных волн и максимально ожидаемыми ускорениями грунта в целях сейсмического микрорайонирования. Сборник научных трудов (по материалам VII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием), геология в развивающемся мире, том 1, Пермь, 2014, с. 248-251
7. Գրունտային ջրատար հորիզոնների հայտնաբերման մակարդակի որոշումը էլեկտրամագնիսական եղանակով, քաղաքային տարածքների սեյսմիկ միկրոշրջանացման նպատակով, ԵՊՀ Երկրաբանության, աշխարհագրության և էկոլոգիայի արդի հիմնախնդիրները: Դոցենտ Էդիկ Խալաթի Խարազյանի ծննդյան 70-ամյակին նվիրված գիտաժողովի հոդվածների ժողովածու, Երևան 2014, էջ 254-258



## ГЕВОРГ МУРАДЯН

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЕРЕВАНА)

#### АННОТАЦИЯ

В урбанизированных городских территориях строительство наземных и подземных сооружений, изменения уровней подземных вод, различные застройки территорий и последствия общей антропогенной деятельности ощутимо меняют их инженерно-геологические и гидрогеологические условия. В результате этого со временем изменяются грунтовые условия этих территорий приводящие к соответствующим изменениям их сейсмических характеристик. Это обстоятельство требует выполнения новых исследований по оценке (переоценке) сейсмической опасности этих районов. Подобная ситуация в настоящее время сложилась в городе Ереване.

Целью работы является на основании специальных методических подходов применения геофизических методов и комплексной обработки данных физико-механических свойств грунтов выполнить (уточнить) сейсмическое микрорайонирование территории г.Еревана.

Применение геофизических методов для решения задач сейсмической опасности на урбанизированных территориях требует специальные подходы, обусловленные наличием на этих территориях помех естественной и техногенной природы, требуется также учесть последствия временно-пространственных изменений геологической среды.

В качестве эффективного комплекса геофизических методов предлагается:

- а) для изучения физико-механических свойств грунтов, осуществление линейного и многоазимутного сейсмического зондирования с применением современных цифровых станций.
- б) для исследования грунтовых вод – электрзондирование методом становления поля (ЗСБ) и сейсмондирование методом преломленных волн (МПВ).
- в) электропрофилирование и вертикальное электрическое зондирование методом двух составляющих для разделения литологических границ слоев, оценки их влажности и трещиноватости.
- г) комплексирование сейсмических методов отраженных и преломленных волн и электрометрический метод зондирования становлением поля для выяснения и прослеживания тектонических нарушений и трещиноватых зон.

На основании результатов выполненных многолетних (свыше 10 лет) полевых исследований, обобщение результатов опубликованных и архивных материалов различных специализированных организаций (Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН, ЕГУ, компании “Геориск”, “Еркрабан Утик”, “Геотест”) привели к следующим основным выводам и предложениям:

- На основании анализа многочисленных проб взятых из скважин, пробуренных в среднем до 30м и обобщения данных лабораторных исследований, результатов полевых сейсморазведочных измерений определены средневзвешенные значения плотностей грунтов, скорости распространения продольных волн и закономерности их пространственного изменения. В целом для грунтов территории города установлены следующие величины плотностей и скоростей распространения продольных волн: а) 2.0 - 2.4 г/см<sup>3</sup>, 2000-3300 м/сек – скальные породы в северной, б) 1.65-1.95 г/см<sup>3</sup>, 1200-2000 м/сек - щепенисто-дресвяные в центральной, в) 1.30-1.60 г/см<sup>3</sup>, 200-1200 м/сек – глинистые грунты в юго, юго-западной части города.

- Впервые получена корреляционная связь между скоростями распространения продольных волн и максимальными горизонтальными ускорениями грунтов и составлена карта максимальных горизонтальных ускорений грунтов в масштабе 1:10 000. В обобщенном виде территория города по сейсмическим характеристикам разделена на три участка, для которых значения максимальных горизонтальных ускорений изменяются в следующих пределах (м/сек<sup>2</sup>): а) 0,25-0,30g в северная, б) 0.30g – 0,40g в центральная и г) 0.40 g и более южная и юго-восточная.
- С целью оценки сейсмической опасности города выполнено инженерно-геологическое районирование и построена уточненная карта сейсмического микрорайонирования. Северная часть города является благоприятной, центральная – условно-благоприятной и южная - юго-восточная – неблагоприятной.

**На основании результатов исследований сделаны следующие предложения:**

- Карта сейсмического микрорайонирования города Еревана может быть использована Министерством Градостроения РА, ССЗ МЧС РА и различными проектными организациями для оценки (переоценки) сейсмической опасности территорий отдельных общин и города в целом.
- Полученные закономерности для скоростей распространения продольных волн и ускорений грунтов применимы для сейсмического микрорайонирования территорий с аналогичными инженерно-геологическими условиями.
- Методология исследований рекомендуется использовать для микрорайонирования других городов и населенных пунктов РА.

**GEVORG MURADYAN**

**METHODOLOGICAL BASIS OF SEISMIC ZONING OF URBANIZED AREAS AND  
APPLICATION FEATURES OF GEOPHYSICAL METHODS  
(BY THE EXAMPLE OF YEREVAN CITY)**

**ABSTRACT**

In urbanized areas the construction of overground and underground structures, changes in groundwater levels, different area development and the consequences of various characters from human activities is changing noticeably geotechnical and hydrogeological conditions. In particular, such a situation has developed in Yerevan city and therefore need targeted research to determine and evaluate the seismic hazard at the moment. In order to solve this problem within the framework of this dissertation the results of research and applied work has led to the following conclusions and suggestions.

Urbanized areas represent complicated "engineering objects", and the application of geophysical methods for the solution of problems in seismic hazard requires special approaches, due to the presence on the territory technogenic physical fields and taking place geotechnical and hydrogeological conditions due to the time-spatial changes.

For solving problems of seismic zoning in the urbanized territories as an effective complex of geophysical methods is proposed:

- a) to study the physical and mechanical properties of soils, the implementation of the linear and a multi azimuth seismic sounding with modern digital stations.
- b) to study the groundwater - electrical sounding by the field formation method and refraction seismic soundings.
- c) electrical profiling and vertical electrical sounding - two component methods for the separation of lithological boundaries of soil, and assessing their fracture and humidity.
- d) complexing of seismic methods of reflected and refracted waves and electrometric method of sounding of field formation to determine and tracking of tectonic faults and fractured zones.

Based on the results of the multi-year field studies (over 10 years), a synthesis of published and archival materials of various specialized organizations (Institute of Geophysics and Engineering Seismology, Academy of Sciences, YSU, "Georisk", "Erkraban Utik", "Geotest") resulted in the following main conclusions and proposals:

- On the territory of Yerevan from drilled an average of 30 m. wells and on the base of the analysis of the samples and compilation of laboratory studies were identified weighted averages of soil density and patterns of their spatial distribution. The spatial distribution of groundwater densities shows that in the city they are divided into (g / cm<sup>3</sup>): a) 1.30-1.60, b) 1.65-1.95 in) and 2.0 -2.4, respectively, and are found in the northern part of the city (rock formations), in the central (gravel - grassy) and in the south-west (clay soil). Velocity of propagation of longitudinal waves in the ground (layers) show that according to the spread of wave velocity (m / s<sup>2</sup>), they are divided into: a) 2000-3300 b) 1200-2000, and g) 200-1200, respectively, which occur in the northern part of the city (rock), in the central (gravel - grassy) and in the south-west (clay soil).

- First obtained the correlation connections (layers) between the velocities of propagation of longitudinal waves and the maximum horizontal acceleration in the ground:  $a = a_0 + [0.4908 - 0.077 \ln(V_p)]$  and for territory of the Yerevan is constructed map of the maximum horizontal ground acceleration in the scale of 1:10 000 . In summary, the area of the city is divided into three parts, for which the values of the maximum horizontal accelerations vary within the following limits (m / s<sup>2</sup>): a) 0,25-0,30g in northern, b) 0.30g - 0,40g in Central and d) 0.40 g - 0.55g south and southeast.
- With the purpose to seismic hazard assessment of the city is performed engineering and geological zoning and constructed a refined seismic zoning map, according to which the northern part corresponds to favorable, central - conditionally favorable and south and southeast - unfavorable.

**As a result of studies are made the following proposals:**

- Seismic zoning map of Yerevan city could use (The Ministry of Urban Development of RA, different design organizations, the Ministry of Emergency Situations of RA ) for reassessment of seismic hazard areas.
- Obtained correlation connections may be used for assessment of the physical and mechanical properties of soils.
- Obtained regularities of dependences between velocities of propagation of longitudinal waves and ground acceleration are applicable in similar geotechnical areas for seismic microzoning.  
The methodology of researches contained in the dissertation is applicable for zoning of other cities and human settlements of RA.

