

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ
ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԲԱՅՐԱՄՅԱՆ ԱՆՆԱ ԼԵՎՈՆԻ

ԵՐԿՐԱՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ
ՏԵԿՏՈՆԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՄԵԹՈԴՈՎ
(ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

ԻԴ.01.01 <<Ընդհանուր երկրաբանություն>> մասնագիտությամբ երկրաբանական
գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման

Գիտական ղեկավար՝ երկրաբ. գիտ. դոկտոր
Հախվերդյան Լիոն Արտավազդի

ԵՐԵՎԱՆ - 2017

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	4
ԳԼՈՒԽ 1. ԽՆԴՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՎԻՃԱԿԸ	
ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՆՊԱՏԱԿԸ.....	8
ԳԼՈՒԽ 2. ՄԱԳՆԻՍԱԱՌԱՋԳԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ	
ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ.....	19
2.1. Մագնիսաառաձգական էֆեկտի առաջացման ֆիզիկական նախադրյալները.....	19
2.2. Լեռնային ապարների մագնիսական հատկությունները	25
2.3. Լեռնային ապարների մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրումը բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում	29
ԳԼՈՒԽ 3. ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՍՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ	
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ.....	34
3.1. Խորքային երկրաբանական կտրվածքների կազմման համար փաստացի տվյալները.....	34
3.1.1. Երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքը	35
3.1.2. Շերտագրությունը	39
3.1.3. Երկրակեղևի խորքային կառուցվածքն ըստ սեյսմաբանական տվյալների.....	49
3.1.4. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում փորված հորատանցքերը.....	53
ԳԼՈՒԽ 4. ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՏԱՐԱԾԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ԲԱՇԽՄԱՆ	
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ	
ՍԵՅՍՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ.....	62
4.1. Ակտիվ բեկվածքները	62
4.2. Բլոկների հորիզոնական տեղաշարժման բնութագրերն ըստ GPS տվյալների.....	66

4.3. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի տարածաժամանակային վերլուծություն.....	71
---	----

ԳԼՈՒԽ 5. ԵՐԿՐԱՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐՈՎ ՊԱՅՄԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ՏԵԿՏՈՆԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՏԱՐԱԾԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՍՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ	79
---	-----------

5.1. ՀՀ տարածքի անոմալ մագնիսական դաշտը	81
---	----

5.2. Դաշտային ուսումնասիրությունների մեթոդիկան, ստացված տվյալների մշակումը և մեկնաբանումը	84
5.2.1. Երթուղի №1. Երևան–Աբովյան–Հրազդան–Սևան.....	92
5.2.2. Երթուղի №2. Երևան–Աշտարակ–Քուչակ–Ապարան.....	95
5.2.3. Երթուղի №3. Երևան–Աշտարակ–Արուճ–Թալին.....	97
5.2.4. Երթուղի №4. Երևան–Էջմիածին–Մեծամոր–Արմավիր.....	99
5.2.5. Երթուղի №5. Երևան–Ողջաբերդ–Գառնի–Գեղարդ.....	101
5.2.6. Երթուղի №6. Երևան–Արտաշատ–Արարատ–Սուրենական.....	104

5.3. Էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման օրինաչափություններն երկրակեղևում ըստ խորության <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների միջև.....	111
---	-----

ԵԶՐԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ	120
ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ	123
ՀԱՎԵԼՎԱԾ	137

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Աշխատանքի արդիականությունը:

ՀՀ տարածքն ամբողջությամբ գտնվում է Միջերկրածովյան սեյսմաակտիվ գոտում և բնորոշվում է բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ: Սեյսմավիճակագրական տվյալները փաստում են, որ այստեղ դարեր շարունակ տեղի են ունեցել մի շարք ուժեղ և ավերիչ երկրաշարժեր, որոնցից դեռ թարմ է մեր հիշողության մեջ Սպիտակի երկրաշարժն (07.12.88թ., $M=7.0$)՝ իր աղետալի հետևանքներով հանդերձ: Երկրակեղևի ժամանակակից շարժումների ուսումնասիրման համար անհրաժեշտ է իրականացնել երկրաբանական երկրաֆիզիկական, երկրաքիմիական, հիդրոերկրադինամիկական, սեյսմաբանական, գեոդեզիական և այլ մեթոդներով երկարաժամկետ և համակարգված դիտարկումներ: Հաշվի առնելով այն, որ Արարատյան սեյսմափորձադաշտը հանդիսանում է ՀՀ տարածքի համեմատաբար բարձր սեյսմաակտիվ գոտիներից մեկը, որտեղ կենտրոնացված է մեկ միլիոնից ավել բնակչություն, ինչպես նաև հատուկ և կարևոր նշանակության մի շարք օբյեկտներ (Հայկական ատոմակայան, ջրամբարներ, գործարաններ և այլն), ուստի գիտագործնական նշանակություն է ներկայացնում նշված տարածքում կազմակերպել տեկտոնամագնիսական դաշտի հետազոտություն, որը թույլ կտա ուսումնասիրել լարվածադեֆորմացիոն վիճակի տարածաժամանակային փոփոխությունները՝ կապված սպասվող երկրաշարժերի և երկրակեղևում ընթացող երկրադինամիկ պրոցեսների հետ:

Աշխատանքի նպատակը:

Ատենախոսության նպատակը երկրատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված տեկտոնամագնիսական անոմալիաների տարածաժամանակային առանձնահատկությունների բացահայտումն է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում՝ կապված երկրակեղևի լարվածադեֆորմացիոն վիճակի տարածաժամանակային փոփոխությունների հետ:

Ուսումնասիրության հիմնական խնդիրները:

1. Խորքային երկրաբանական կտրվածքները կազմելու նպատակով հավաքագրել և համալիր վերլուծել փաստացի երկրաբանական, տեկտոնական, երկրաֆիզիկական, սեյսմազոնոլորման, ինչպես նաև խորքային հորատանցքերից ստացված տվյալները:
2. Ուսումնասիրել երկրամագնիսական դաշտի ինդուկցիայի լրիվ վեկտորի մոդուլի (T)՝ երկրաբանատեկտոնական պայմաններով պայմանավորված առանձնահատկություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:
3. Ուսումնասիրել տեկտոնամագնիսական դաշտի և սեյսմատեկտոնական պրոցեսների միջև հնարավոր կապը Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:
4. Բացահայտել երկրաշարժերի տարածաժամանակային բաշխման օրինաչափություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:
5. Վիզելի վեկտորի պարամետրերի (A, B, C) որոշման համար վերլուծել փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի δZ , δH և δD բաղադրիչների $3' \leq T \leq 15'$, $15' \leq T < 30'$, $30' \leq T < 60'$, $T \geq 60'$ պարբերության վարիացիաները <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների համար:

Գիտական նորույթ:

1. Առաջին անգամ ժամանակակից համակարգչային ծրագրի կիրառմամբ կազմվել են Երևան-Սևան, Երևան-Ապարան, Երևան-Թալին, Երևան-Գառնի, Արմավիր-Երևան և Երևան-Երասխ խորքային երկրաբանական կտրվածքներ (1:200 000 Մ)՝ ելնելով փաստացի երկրաբանատեկտոնական, երկրաֆիզիկական, սեյսմազոնոլորման, ինչպես նաև խորքային հորատանցքերից ստացված տվյալների համալիրից:
2. Առաջին անգամ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում Երևան-Սևան, Երևան-Ապարան, Երևան-Թալին, Երևան-Արմավիր, Երևան-Գեղարդ և Երևան-Սուրենական երթուղիներով կատարվել է տեկտոնամագնիսական անոմալիաների ուսումնասիրություն, բացահայտվել են սեյսմատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված անոմալիաների տարածաժամանակային առանձնահատկությունները նշված տարածքում:

3. Կազմված է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի ΔT_a -ի 1:200 000 Մ քարտեզը՝ Surfer-12 համակարգչային ծրագրի հիման վրա:
4. Կազմված է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի երկրամագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի մոդուլի (T) իզոպորների 1:200 000 Մ քարտեզը 2013-2015 թթ. համար՝ Surfer-12 համակարգչային ծրագրի հիման վրա:
5. Բացահայտված են էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման օրինաչափություններն երկրակեղևում ըստ խորության՝ <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների միջև:

Պաշտպանվող հիմնական դրույթները:

1. Բացահայտված են երկրամագնիսական դաշտի (T)՝ երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքով պայմանավորված առանձնահատկություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:
2. Հիմնավորված և բացահայտված են երկրատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված տեկտոնամագնիսական անոմալիաների տարածաժամանակային առանձնահատկություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:
3. Ուսումնասիրված են $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի տարածաժամանակային բաշխման առանձնահատկություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:
4. Հիմնավորված են էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման օրինաչափություններն երկրակեղևում ըստ խորության Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում:

Աշխատանքի կիրառական նշանակությունը:

Երևանից 60 կմ շառավղով ընդգրկված տարածքում հիմնվել է դիտարկումների փորձադաշտ (6 երթուղի, 54 դիտման կետ), որը կծառայի նշված տարածքում երկրադինամիկ պրոցեսների ուսումնասիրման և երկրաշարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշանների հայտնաբերման համար:

Ատենախոսությունում ստացված արդյունքները կարող են կիրառվել << ԱԻՆ <<ՍՊԾ>>-ում՝ ընթացիկ սեյսմիկ վտանգի գնահատման և սեյսմիկ ռեժիմի

փոփոխությունների վերլուծության նպատակով, ինչպես նաև Գառնիի երկրաֆիզիկական դիտարանի գիտահետազոտական աշխատանքներում ևս:

Կազմված խորքային երկրաբանական կտրվածքներն ունեն ինչպես գիտական, այնպես էլ գործնական կարևոր նշանակություն և կարող են կիրառվել երկրաբանա-երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ իրականացնող տարբեր կազմակերպությունների կողմից՝ ՀՀ կենտրոնական տարածքի խորքային կառուցվածքի պարզաբանման և մեկնաբանման նկատառումներով:

Փորձաքննությունը և հրապարակված աշխատանքները:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները զեկուցվել և քննարկվել են ԵՊՀ Աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի, ՀՀ ԱԻՆ <<ՍՊԱրմԾ>> ՊՈԱԿ-ի սեմինարներում, Պերմում, Ծաղկաձորում, Աղվերանում տեղի ունեցած միջազգային գիտաժողովներում: Աշխատանքի հիմնական արդյունքներն արտացոլված են 8 գիտական հոդվածներում, որոնք տպագրվել են գրախոսվող ամսագրերում և գիտական ժողովածուներում:

Արենախոսության կառուցվածքը:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 5 գլուխներից, եզրակացություններից, հավելվածից, օգտագործված գրականության ցանկից (151 անուն), 49 նկարներից, 2 աղյուսակներից և շարադրված է 137 էջերի վրա:

Երախտագիտություն:

Խորին երախտագիտությունս եմ հայտնում իմ գիտական ղեկավար՝ երկրաբ. գիտ. դոկտոր Լ.Հախվերդյանին՝ ատենախոսության իրականացման ընթացքում ցուցաբերած աջակցության համար, ԵՊՀ Աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի դեկան Մ.Գրիգորյանին, Երկրաֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսորա-դասախոսական անձնակազմին՝ մեթոդական ցուցումների և խորհուրդների համար, Լ.Սարգսյանին, օգնության և խորհուրդների համար, Ռ.Միրիջանյանին՝ խորքային հորատանցքերի տվյալները տրամադրելու համար: Առանձնահատուկ շնորհակալություն եմ հայտնում պրոֆեսոր՝ Երջանկահիշատակ Հ.Հ.Սարգսյանին, ինչպես նաև Մ.Ավանեսյանին՝ խորքային երկրաբանական կտրվածքների կազման

Ժամանակ մշտական օգնություն ցուցաբերելու, ուղղորդելու և անգնահատելի խորհուրդների համար:

ԳԼՈՒԽ 1. ԽՆԴՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՆՊԱՏԱԿԸ

Դեռևս 19-րդ դարի երկրորդ կեսում հաստատվել էր այն փաստը, որ երկրաշարժից առաջ և հետո երկրամագնիսական դաշտում դիտվում են որոշակի փոփոխություններ [120, 124, 131-133]:

Երկրագնիսական դաշտի երկարատև և համակարգված ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ երկրամագնիսական լոկալ փոփոխությունները կապ ունեն տեղի ունեցող ուժեղ երկրաշարժերի հետ: Մասնավորապես [61, 96, 127, 134, 138, 141, 142, 151] աշխատանքներում հեղինակները վկայում են մի շարք սեյսմակտիվ գոտիներում իրենց կողմից հայտնաբերված լոկալ մագնիսական անոմալիաների մասին, որոնք բավական երկարատև էին եղել:

Կալիֆորնիա նահանգի Սան-Անդրեաս տեկտոնական խախտման գոտում տեկտոնամագնիսական էֆեկտների վերաբերյալ կատարված չափումների արդյունքները ցույց տվեցին, որ երկրաշարժից առաջ դիտվել էր լոկալ մագնիսական անոմալիա, որի մեծությունը կազմել էր մի քանի գամմա [119]: Հեղինակի կողմից կատարված տեսական հաշվարկը, որն առաջարկվել էր Սթեյսիի [146] կողմից, հաստատել էր ստացված արդյունքների հավաստիությունը:

Վ.Պ.Օռլովի կողմից [86] Դուշանբե-Գարմ մարզում հայտնաբերված դարային քայլի անոմալիայի ֆիզիկական բնույթը պարզելու նպատակով այլ մասնագետների [34] կողմից անցկացվեցին լրացուցիչ ուսումնասիրություններ, քանի որ հեղինակի կողմից հիմնավորված բացատրություն չէր բերվում տվյալ անոմալիայի առաջացման մեխանիզմի վերաբերյալ՝ կապված տեկտոնական լարումների ազդեցության հետ: Վերջիններս ցույց տվեցին, որ դրանք կարող են կապված լինել նաև գրունտային ջրերի հետ լեռնային ապարների քիմիական փոխազդեցությամբ:

Ի.Մ.Պուդովկինի և Ա.Ա.Տանիչևի [91] կողմից հայտնաբերված կոռելյացիան դարային քայլի անոմալիաների և ուսումնասիրվող տարածքի սեյսմիկության միջև

հեղինակները բացատրում էին երկակի բնույթով՝ խորքային պրոցեսների հետևանքով ապարների մագնիսական հատկությունների փոփոխմամբ և երկրակեղևի ստորին շերտերի ու վերին մանթիայի էլեկտրահաղորդականության անհամասեռությամբ:

Վ.Պ.Գոլովկովը [45, 46] Գարմի մարզում մի շարք երթուղիներով իրականացնում էր մագնիսական հանույթ, որտեղ դիտարկվող կետերի միջև հեռավորությունը կազմում էր 5 կմ: Ինչպես նշում է հեղինակը, այդ մարզում տեղի ունեցած մի շարք ուժեղ երկրաշարժերից մի քանի օր անց կատարված չափումները երկրամագնիսական դաշտում զգալի փոփոխություններ չէին գրանցել: Տեկտոնամագնիսական էֆեկտների բացակայությունը հեղինակը հիմնավորում էր ուսումնասիրվող տարածքում տեղակայված ապարների ցածր մագնիսականությամբ:

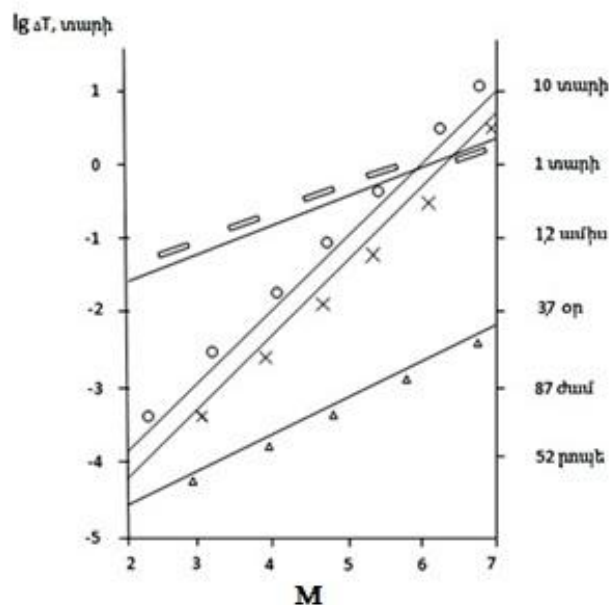
Աշխատանքում [122] հեղինակները բերում են երկրամագնիսական դաշտի դիտարկումներից ստացված արդյունքները, որոնք իրականացվել էին 180 կմ երկարության խզվածքի երկու կողմերում տեղակայված մագնիսաչափերի օգնությամբ: Առաջին չափումից երեք շաբաթ անց տեղի էին ունեցել մի քանի երկրաշարժեր ($M=2.6-4.3$), որոնց էպիկենտրոնները գտնվում էին խզվածքից 2-5 կմ հեռավորության վրա: Տեղի ունեցած երկրաշարժերից երեք ամիս անց կատարված չափումները ցույց տվեցին, որ լոկալ մագնիսական դաշտը աճել էր 3 գամմ-ով, իսկ ահա դարձյալ երեք ամիս անց՝ մագնիսական անոմալիան չափերով ընդգրկում էր ավելի մեծ տարածք, քան առաջ էր, չնայած որ պահպանել էր իր տարածական ձևը: Հեղինակների կարծիքով նշված երևույթը պայմանավորված էր ռելաքսացիայի արդյունքում լարվածադեֆորմացիոն դաշտի վերակառուցմամբ:

Մ.Ա.Սադովսկու և Ի.Լ.Ներսեսյանի [100] կողմից 1974-1977թթ. ընթացքում Գարմի փորձադաշտում կատարված դիտարկումները ցույց տվեցին, որ երկրամագնիսական դաշտի փոփոխությունները հստակորեն համընկնում էին երկրակեղևի կտրուկ ուղղաձիգ շարժումների հետ (ըստ գեոդեզիական տվյալների) և կախված էին տվյալ տարածքի սեյսմիկ ակտիվության մակարդակից:

Վ.Ա.Լարիոնովը [62] գտնում էր, որ պիեզոմագնիսական անոմալիաների տարածաժամանակային պատկերի միջոցով հնարավոր է որոշել տեկտոնական խախտումների տեսակները՝ վերնետք, վարնետք, կողաշարժ: Էֆեկտների

մեկնաբանման միարժեքությունը բարձրացնելու նպատակով հեղինակը առաջարկում էր մագնիսաչափական և էլեկտրաչափական մեթոդների համալիր կիրառում:

Ընդհանրացնելով էլեկտրամագնիսական, մագնիսական, թելուրական հոսանքների և դիմադրության մեթոդներով մինչ այդ կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները, հեղինակները [70] կառուցեցին գրաֆիկ, որը ցույց է տալիս երկրաշարժի նախանշանի տևողության կախվածությունը մագնիսադից (Նկ.1.1): Համաձայն այդ գրաֆիկի՝ երկարաժամկետ նախանշանի տևողությունը հիմնականում կազմում է ամիսներ և տարիներ, ընդհուպ մինչև 10 տարի:



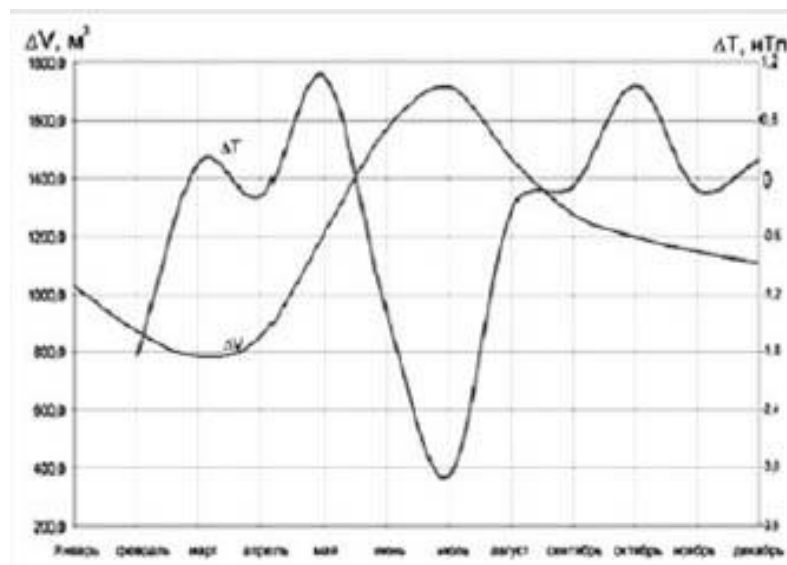
Նկար 1.1. Երկրաշարժի մագնիսադից (M)՝ նախանշանի տևողության (ΔT) կախվածության գրաֆիկ [70].

- - ըստ դեֆորմացիաների
- + - ըստ երկրամագնիսական դաշտի
- - ըստ էլեկտրական դիմադրության մեթոդի
- Δ - ըստ թելուրական հոսանքների

Կ.Ն.Աբդուլլաբեկովը և Վ.Պ.Գուլովկովը [8] 1968-1972թթ. ընթացքում Տաշքենդի երկրադինամիկական փորձադաշտում երեք երթուղիներով իրականացրած ուսումնասիրությունների արդյունքում հայտնաբերել էին երկրամագնիսական դաշտի 10-25 գամմա մեծության անոմալ փոփոխություններ, որոնք նրանք կապեցին Աբայ-Բազարի երկրաշարժի հետ ($M=4.2$): Հիմնվելով այս ուսումնասիրությունների վրա, հետագայում առաջարկվեց երկրաշարժերի կանխագուշակման

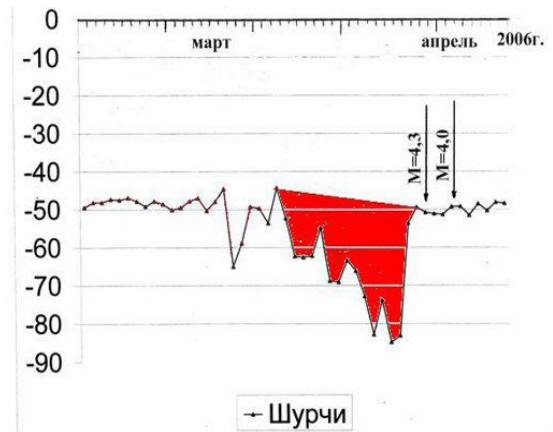
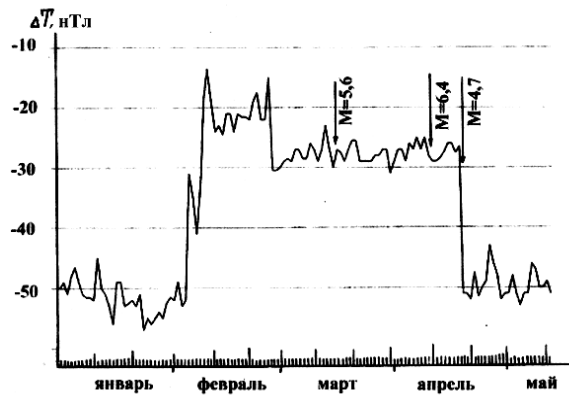
երկրամագնիսական մեթոդի նոր մոդիֆիկացիա: Աշխատանքում [114] բերվում են թվով 70 երկրաշարժի վիճակագրական տվյալներ, որոնց դեպքում հաջող կանխագուշակումը կազմել էր 43%:

1973թ.-ից սկսած՝ ՌԻՉՀԳԱ Սեյսմոլոգիայի ինստիտուտի լաբորատորիայի կողմից երկրամագնիսական դաշտի ուսումնասիրություններ են տարվում Չառվակի ջրամբարի տարածքում [10]: Տարվա կտրվածքով ջրամբարի շահագործման ժամանակ ջրի մակարդակը տատանվում է 100-2000 մլն մ³ սահմաններում, ինչը թույլ է տալիս ուսումնասիրել առաձգական լարումների դինամիկայով պայմանավորված երկրամագնիսական դաշտի լոկալ փոփոխությունները, որոնք առաջ են գալիս ջրի զանգվածի ծանրության հաշվին: Բազմամյա (1973-2011թթ.) դիտարկումներից ելնելով՝ մասնագետները փաստում են, որ ջրի ծավալի մեծացմանը զուգընթաց երկրամագնիսական դաշտի արժեքը նվազում է, իսկ փոքրացնելիս՝ վերադառնում նախկին մակարդակին (Նկ. 1.2): Հաստատված է նաև, որ ջրամբարի լցման և դատարկման հետևանքով փոփոխվում է տարածքի սեյսմիկ ռեժիմը:



Նկար 1.2. Ջրի ծավալի սեզոնային փոփոխությունները (ΔV) և դրանցով պայմանավորված երկրամագնիսական դաշտի լոկալ անոմալիաները (ΔT) Չառվակի ջրամբարի տարածքում [10]:

[11]-ում բերվում են Ուզբեկստանի ստացիոնար մագնիսաչափական կայաններով գրանցված երկրամագնիսական դաշտի անոմալիաների օրինակներ, որոնք կապ ունեն կոնկրետ սեյսմիկ իրադարձությունների հետ (Նկ. 1.3 և Նկ. 1.4):



Նկար 1.3. Երկրամագնիսական դաշտի անոմալ փոփոխությունները <<Շուրչի>> կայանում՝ կապված Աֆղանստանի երկրաշարժերի հետ (12.03.04, $M=5.6$; 05.04.04, $M=6.4$; 14.04.04, $M=4.7$, ձախից) և Աֆղանստան-Տաջիկստան սահմանին տեղի ունեցած երկրաշարժերի հետ (10.04.06, $M=4.3$; 13.04.06, $M=4.0$, աջից) [11]:



Նկար 1.4. Երկրամագնիսական դաշտի փոփոխությունները <<Խումսան>> կայանում՝ կապված Ղրղզստանում տեղի ունեցած թվով երկու և Տաջքենդի երկրաշարժերի հետ [11]:

Ա.Գ.Ռզակի աշխատանքում [94] քննարկվում են երկրամագնիսական դաշտի միջոցով երկրաշարժերի կարճաժամկետ և երկարաժամկետ կանխագուշակման հարցեր: Բերվում է Շեկի-Շեմախիի (Ադրբեջան) փորձադաշտի լարվածադեֆորմացիոն դաշտի գնահատականը՝ հիմնված երկրամագնիսական դաշտի գրադիենտի աճի վերլուծության վրա՝ հաշվի առնելով նաև սեյսմոլոգիական տվյալները և խորքային տեկտոնական խախտումների առկայությունը: Նշվում է, որ փորձադաշտի տարածքում $M=4.5-5.5$ մագնիտուդով երկրաշարժերի ժամանակ դիտվել են 20-40 նՏլ մեծության սեյսմամագնիսական էֆեկտներ, որոնց տևողությունը կազմել է 120-360 ժամ:

[15, 53, 109, 139, 143] աշխատանքներում բերվում են նմանատիպ օրինակներ, որոնք հաստատում են սեյսմիկ իրադարձություններից առաջ երկրամագնիսական դաշտում տեղ գտած զգալի փոփոխությունների մասին:

Երկրամագնիսական դաշտի կրկնվող չափումների արդյունքում, որոնք իրականացվել էին հինգ երթուղիներով Կենտրոնական Հնդկաստանի տարածքում 2003-2007 թթ. ընթացքում, հեղինակներին [148] հաջողվել էր անջատել 0,1-14,6 նՏլ մեծության տեկտոնամագնիսական էֆեկտներ, որոնք նրանք կապում էին բլոկներում և խզվածքների երկայնքով տեկտոնական լարումների անոմալ կուտակումների հետ:

ՀՀ տարածքի երկրամագնիսական դաշտի ուսումնասիրություններով զբաղվել են մի շարք մասնագետներ՝ Յ.Գ.Հակոբյան, Օ.Մ.Բարսուկով, Յու.Պ.Սկովորոդկին, Զ.Հ.Մինասյան, Լ.Ա.Հախվերդյան, Ս.Ռ.Հովհաննիսյան, Ա.Հ.Սիմոնյան, Ա.Գ.Գրիգորյան, Ե.Պ.Տոնոյան, Թ.Ա.Սիրունյան, Օ.Գ.Հովսեփյան և այլն:

Տեկտոնամագնիսական էֆեկտների ուսումնասիրումը Հայաստանի տարածքում առաջին անգամ սկսվել է Զանգեզուրի երկրաշարժից (09.06.1968թ., $M=5.3$) անմիջապես հետո՝ ակադեմիկոս Ա.Գ.Նազարովի նախաձեռնությամբ: ԽՍՀՄ ԳԱ Երկրի ֆիզիկայի ինստիտուտի աշխատակիցների հետ համատեղ կատարվեցին համալիր երկրաբանաերկրաֆիզիկական, սեյսմաբանական, երկրաքիմիական գիտահետազոտական աշխատանքներ: Միննույն ժամանակ կատարվեցին նաև մագնիսաառաձգական էֆեկտի ուսումնասիրություններ լեռնային ապարներում՝ բարձր թերմոդինամիկ պայմաններում [19, 66, 71]:

Հեղինակներն [26, 33, 93] ուսումնասիրում էին երկրամագնիսական դաշտի լոկալ փոփոխությունների առանձնահատկությունները Զանգեզուրի երկրաշարժի էպիկենտրոնային գոտում: Այդ նպատակով էպիկենտրոնային գոտում տեղադրվել էին դաշտային մագնիսավարիացիոն կայաններ (CMB-2M), որոնք գրանցում էին երկրամագնիսական դաշտի բաղադրիչների օրային վարիացիաները: Դրանց զուգահեռ, երկրամագնիսական դաշտի դարային քայլի անոմալիաների ուսումնասիրման համար Գյարդ-Չեյվա-Ղափան և Գեղի-Արամազդ-Գորիս երթուղիների վրա տեղադրվել էին ռեպերներ, որտեղ չափումները կատարվում էին ՈՄՈՒ-5 պրոտոնային մագնիսաչափերով: Ուսումնասիրությունների համաձայն՝

հետցնցումից մի քանի ժամ առաջ դիտվել էր երկրամագնսական դաշտի ինտենսիվության նվազում, իսկ ցնցումից հետո այն աստիճանաբար աճել էր մինչև իր նախկին արժեքը: 1969-1971թթ. ընթացքում Ղափան-Գյարդ երթուղու վրա դիտվել էր 20 նՏլ մեծության դարային քայլի անոմալիա, որը տարածականորեն ձգվում էր 8-9 կմ՝ ընդգրկելով էպիկենտրոնային գոտին: Հետագա չափումներն արվել էին 1973թ. հոկտեմբեր ամսին և պարզվել էր, որ դաշտն աճել էր մինչև 26 նՏլ, իսկ մի քանի ամիս անց տեղի էր ունեցել երկրաշարժ ($K=11$), որի էպիկենտրոնը գտնվում էր երկրամագնիսական դաշտի առավելագույնս փոփոխված գոտում:

Երկրակեղևում տեկտոնական պրոցեսների ակտիվացմամբ պայմանավորված երկրամագնիսական դաշտի լոկալ անոմալիաների առանձնահատկությունները բացահայտելու նպատակով տեկտոնամագնիսական ուսումնասիրություններ իրականացվել են նաև Գեղարդ-Սևան (1975-1981թթ.) և Բահարլու-Աջի-Բաջի (1973-1982թթ.) երթուղիներով: Բազմամյա ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզ դարձավ, որ դաշտի լոկալ փոփոխությունների (10-25 նՏլ) գոտիները հստակորեն համընկնում էին խորքային բեկվածքներին հարող գոտիների հետ, իսկ անոմալիաների առաջացումը հեղինակները բացատրում էին երկրակեղևի վերին մագնիսաակտիվ հորիզոնի ապարներում տեկտոնական լարումների տեղաբաշխումով [81-83]:

Երկրաշարժերի երկրամագնիսական նախանշանների որոնման և դրանց առաջացման ֆիզիկական նախադրյալների պարզաբանման նպատակով 1981-1986թթ. ընթացքում <<Գյուլագարակ>>, <<Ջերմուկ>> և <<Ջրաձոր>> կայաններում իրականացված ստացիոնար դիտարկումների, ինչպես նաև Ջանֆիդա-Գեղարդ երթուղով կատարված կրկնվող չափումների արդյունքում հեղինակների [104] կողմից հայտնաբերվել էին երկրամագնիսական անոմալ փոփոխություններ, որոնք ըստ ժամանակի կոռելացվում էին տեղի ունեցած տեղական թույլ և միջին ուժի ($9 \leq K \leq 12$), ինչպես նաև հեռու գրանցված ուժեղ երկրաշարժերի ($M=6.7$) հետ: Այսպես, Ջանֆիդա-Գյուլագարակ և Ջանֆիդա-Ջերմուկ դիտման կետերի միջև դաշտի ΔT տարբերության գրաֆիկի մինիմումն (14 նՏլ) ըստ ժամանակի համընկնում էր Երևանի երկրաշարժի հետ (02.09.1984թ., $K=11,2$): Գրանցված բոլոր դեպքերին բնորոշ էր այն, որ սկզբնական շրջանում դիտվում է ΔT -ի աճ, որից հետո այն նվազում է, ինչին

հաջորդում է երկրաշարժը, իսկ ահա երկրաշարժից հետո ΔT -ի արժեքը աստիճանաբար վերադառնում է իր նախկին արժեքին:

Բնական պայմաններում տեկտոնամագնիսական էֆեկտների մոդելացման նպատակով 1974-1981թթ. դիտարկումներ են իրականացվել նաև Ազատի ջրամբարի տարածքում: Արդյունքում պարզ դարձավ, որ Ազատի ջրամբարի լցման և դատարկման հետևանքով երկրամագնիսական դաշտում դիտվում են հետադարձ և ոչ հետադարձ անոմալ փոփոխություններ՝ համապատասխանաբար 8 նՏլ և 24 նՏլ մեծության, որոնք հավանաբար կապված են երկրակեղևի վերին շերտերի (մինչև 100 մ) դեֆորմացման հետ, ընդ որում առավել մեծ փոփոխություններ դիտվել էին խորքային բեկվածքի ուղղությամբ: Դիտվել էր նաև հստակ կոռելյացիոն կապ հարուցված սեյսմիկության և երկրամագնիսական դաշտի լոկալ փոփոխությունների միջև [78, 79]:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրամագնիսական դաշտի դարային քայլի անոմալիաների ուսումնասիրման նպատակով (կապված տեկտոնական ակտիվ շարժումների հետ) 1997-2000թթ. ժամանակահատվածում իրականացվեցին լրիվ վեկտորի բացարձակ չափումներ հետևյալ օղակաձև երթուղով՝ Գառնի-Ազատի ջրամբար-Ջրառատ-Գետաշեն-Դվին-Արտաշատ-Վեդի-Արարատ-Ուրցաձոր-Գելայտր-Բայբուրդ-Գետաշեն-Արտիզ-Գառնի [24]: Օղակաձև երթուղով դիտարկումներն իրականացվել էին տարեկան 2 անգամ: Նշված ժամանակահատվածում կատարված ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս ենթադրել երկրամագնիսական դաշտի զգալի փոփոխությունների և դինամիկ պրոցեսների միջև կապի մասին, քանի որ դիտվում է կոռելյացիա երկրամագնիսական դաշտում տեղ գտնող փոփոխությունների և նույն ժամանակահատվածում տեղի ունեցող սեյսմիկ իրադարձությունների միջև:

Սկսած 1991թ.-ից ՀՀ տարածքում երկրամագնիսական դաշտի դիտարկումներն իրականացվում են ՍՊԱԾ-ի մագնիսաչափական կայանների ցանցով: Իհարկե պետք է նշել նաև, որ մագնիսաչափական գրանցումները դիսկրետիզացիայի ենթարկելիս ոչ բոլոր կայաններ են բավարարում անընդհատ գրանցումների պահանջներին, որը թույլ է տալիս ուսումնասիրել երկրամագնիսական վարիացիաների առավել ամբողջական սպեկտրն ու դրանց առանձնահատկությունները ՀՀ տարածքում:

<<Բավրա>> և <<Գյուլագարակ>> կայաններում 01.10.2007-30.11.2008 թթ. ժամանակահատվածում երկրամագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի մոդուլի գրանցումների վերլուծության համաձայն՝ նշված կայաններում դիտվել էին լոկալ անոմալիաներ համապատասխանաբար 3,7 նՏլ և 0,9 նՏլ մեծության: Հատկանշական է նաև այն, որ նշված ժամանակահատվածում, ինչպես նաև դրանից հետո <<Բավրա>> կայանի շրջակայքում տեղի էին ունեցել մի շարք երկրաշարժեր ($M \leq 4,5$), ինչը թույլ է տալիս հեղինակին եզրակացնել, որ հայտնաբերված անոմալիան տեկտոնամագնիսական ծագման է և առաջ է եկել այնպիսիսական էֆեկտի արդյունքում: Բացի այդ, << հյուսիսային հատվածում երկրամագնիսական դաշտում հայտնաբերված բացասական տրենդը ըստ հեղինակի ամենայն հավանականությամբ կապված է երկրակեղևում ընթացող դինամիկ պրոցեսների հետ, իսկ դրա առաջացման առավել հավանական մեխանիզմ է հանդիսանում մագնիսառածգական էֆեկտը [85, 103]:

Մագնիսաչափական կայանների բազմամյա ուսումնասիրությունների և վերլուծության արդյունքում Ս.Ռ.Հովհաննիսյանի կողմից հայտնաբերվեցին վարիացիաներ, որոնք տեկտոնամագնիսական դաշտում արտահայտվում են ակտիվ ցիկլերով, առանձին ֆազերով՝ արտացոլելով օջախային գոտիներում ընթացող գործընթացները և որպես այդպիսին կապ ունեն տարածքի սեյսմիկ ռեժիմի փոփոխությունների հետ [77, 76]: Միևնույն ժամանակ ընդհանրացնելով տեսական և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները հեղինակին հաջողվեց ստանալ անալիտիկ կապեր երկրաշարժերի կազմավորվող օջախների և տեկտոնամագնիսական դաշտի պարամետրերի միջև, որոնք կարող են օգտագործվել ուժեղ երկրաշարժերի կարճաժամկետ և երկարաժամկետ կանխատեսման համար, ինչը թերևս նորանշանակ քայլ է հանդիսանում տվյալ ոլորտում:

Այսպիսով՝ վերը նշված աշխատանքները փաստում են, որ դիտվում են երկրամագնիսական դաշտի լոկալ փոփոխություններ՝ կապված տարածքի սեյսմիկական, տեկտոնական և երկրակեղևում ընթացող երկրադինամիկ պրոցեսների փոփոխությունների հետ: Սակայն, պետք է նշել նաև, որ գրանցված դեպքերի մեծամասնության դեպքում թերի է կամ էլ բացակայում է պրոցեսի

տարածաժամանակային բնութագրման մանրակրկիտ նկարագրությունը և այդ իմաստով դրանք ընդամենը հաստատում են երկրամագնիսական դաշտում տեղ գտած փոփոխությունների և երկրակեղևում ընթացող պրոցեսների միջև որակական կապը:

Ընդհանրացնելով և վերլուծության ենթարկելով նախորդ տարիներին կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքները, կարող ենք ասել, որ իսկապես, երկրամագնիսական դաշտի լրկալ փոփոխություններն արտացոլում են երկրակեղևի ժամանակակից շարժումներն ու նրա խորքում ընթացող ակտիվ երկրադինամիկ պրոցեսները: Բազմաթիվ օրինակներ փաստում են դրանց կապը սեյսմիկ իրադարձությունների հետ: Սակայն միշտ չէ որ երկրաշարժերից առաջ դիտվում են երկրամագնիսական նախանշաններ և բացի այդ, կախված ուսումնասիրվող տարածքի երկրաբանական և սեյսմատեկտոնական կառուցվածքի, ինչպես նաև երկրադինամիկ դաշտի առանձնահատկություններից, երկրամագնիսական դաշտի փոփոխությունները տարածության և ժամանակի մեջ ի հայտ են գալիս բավական լայն տիրույթի սահմաններում: Հետևաբար, նմանատիպ ուսումնասիրությունների ժամանակ անպայման պետք է հաշվի առնել տարածքի երկրաբանաերկրաֆիզիկական, սեյսմատեկտոնական և սեյսմիկ ռեժիմի առանձնահատկությունները, ինչպես նաև մշակել դաշտային ուսումնասիրությունների արդյունավետ մեթոդիկա, որը թույլ կտա հետազոտվող տարածքում ի հայտ բերել դաշտի փոփոխման պատկերը տարածության և ժամանակի մեջ՝ կապված վերը նշված երևույթների հետ:

Քանի որ Արարատյան սեյսմափորձադաշտը հանդիսանում է ՀՀ համեմատաբար բարձր սեյսմաակտիվ տարածքներից մեկը և կան բոլոր նախադրյալները տեկտոնամագնիսական էֆեկտների ի հայտ գալու համար (երկրաշարժերի օջախների ոչ խորը տեղադրում, ակտիվ բեկվածքների, սեղմման և ձգման գոտիների, մագնիսական ապարների առկայություն), և բացի այդ, հաշվի առնելով այն, որ նշված տարածքում տեկտոնամագնիսական անոմալիաների ուսումնասիրություն Երևան-Սևան (55 կմ), Երևան-Ապարան (50 կմ), Երևան-Թալին (60 կմ), Երևան-Արմավիր (50 կմ), Երևան-Գեղարդ (35 կմ) և Երևան-Սուրենավան (55 կմ) երթուղիներով կատարվում է առաջին անգամ, ուստի գիտական և գործնական առումով կարևոր նշանակություն է ձեռք բերում պարզել օգտագործված մեթոդի

արդյունավետությունը, ինչպես նաև բացահայտել երկրատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալիաների բնույթն ու օրինաչափությունները նշված տարածքի սահմաններում: Միևնույն ժամանակ, մեր կողմից կատարված ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս ներկա ժամանակում պատկերացում կազմել Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրամագնիսական դաշտի (T) կառուցվածքի՝ երկրաբանատեկտոնական պայմաններից կախված առանձնահատկությունների վերաբերյալ (ΔT_a):

Հետևություններ

- Տեկտոնամագնիսական էֆեկտների հայտնաբերումը հիմնված է տեկտոնական առաձգական լարումների ազդեցության հետևանքով լեռնային ապարների մագնիսական հատկությունների փոփոխման վրա, որոնք Երկրի մակերևույթին արտահայտվում են լոկալ ժամանակավոր տեկտոնամագնիսական անոմալիաների տեսքով: Այսինքն, եթե ուսումնասիրվող տարածքում առկա է լարվածադեֆորմացիոն վիճակի փոփոխություն՝ պայմանավորված երկրադինամիկ կամ սեյսմիկ երևույթներով, ապա մագնիսական ապարների առկայությունը տվյալ տարածքում նպաստում է լրացուցիչ լոկալ մագնիսական դաշտի առաջացմանը:

- Տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալիաների հայտնաբերումը բավականին բարդ է, ուստի նմանատիպ աշխատանքների ժամանակ անհրաժեշտ է ապահովել բարձր ճշտության չափումներ և մանրակրկիտ կերպով ուսումնասիրել երկրամագնիսական դաշտի փոփոխման պատճառներն ու առանձնահատկությունները չափման յուրաքանչյուր կետում:

- Տեկտոնամագնիսական ուսումնասիրությունների ժամանակ անպայման պետք է հաշվի առնել հետազոտվող տարածքի երկրաբանաերկրաֆիզիկական, սեյսմատեկտոնական և սեյսմիկ ռեժիմի առանձնահատկությունները:

- Կախված ուսումնասիրվող տարածքի երկրաբանաերկրաֆիզիկական առանձնահատկություններից, անհրաժեշտ է մշակել համապատասխան մեթոդիկա, որը թույլ կտա հայտնաբերել օգտակար ազդանշանը խանգարող ազդանշանի ֆոնի վրա:

ԳԼՈՒԽ 2. ՄԱԳՆԻՍԱԴՈՒԶԳԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏԻ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

2.1. Մագնիսաառաձգական էֆեկտի առաջացման ֆիզիկական նախադրյալները

Մագնիսաառաձգական էֆեկտը ֆերոմագնիսական մարմնի մագնիսացվածության փոփոխությունն է դեֆորմացիաների ժամանակ և որպես այդպիսին հանդիսանում է մագնիսաստրիկցիայի թերմոդինամիկորեն հակառակ երևույթը: Մագնիսական դաշտի լարվածության և ջերմության ազդեցության հետ մեկտեղ մեխանիկական լարումները հանդիսանում են այն հիմնական գործոններից մեկը, որոնց հետևանքով ֆերոմագնիսական նյութերում տեղի են ունենում մագնիսական հատկությունների զգալի փոփոխություններ: Առաձգական լարումների ներքո ֆերոմագնիսում տեղի է ունենում դոմենների մագնիսական մոմենտների ուղղությունների փոփոխություն, ինչն էլ հանգեցնում է ֆերոմագնիսի մագնիսացվածության փոփոխմանը: Մագնիսաառաձգական էներգիան կախված է նյութի տեսակից, նրա մագնիսաստրիկցիայի մեծությունից և նշանից, շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանից, առաձգական դեֆորմացիաներից և մագնիսական դաշտի լարվածությունից:

Լարումների և արտաքին մագնիսական դաշտի բացակայության դեպքում դոմենների մագնիսական ուղղությունները հիմնականում որոշվում են նյութի բյուրեղային կառուցվածքով, իսկ եթե առկա են լարվածություններ կամ արտաքին մագնիսական դաշտ, ապա այս դեպքում բյուրեղային կառուցվածքի, առաձգական լարումների և արտաքին դաշտի դերը դոմենների կողմնորոշման հարցում գնահատվում է ելնելով հետևյալ արտահայտություններից [37].

$$E_k = K (\alpha_1^2 \alpha_2^2 + \alpha_2^2 \alpha_3^2 + \alpha_3^2 \alpha_1^2), \quad (1)$$

$$E_\sigma = \frac{3}{2} \lambda_s \sigma \sin^2 \theta, \quad (2)$$

$$E_H = -H I_s \cos \theta \quad (3)$$

(1)-ում E_k -ն դոմենի էներգիայի խտությունն է խորանարդային բյուրեղում, α_1 , α_2 և α_3 -ը՝ դոմենի հագեցման մագնիսականության վեկտորի ուղղորդ կոսինուսներն են

խորանարդային բյուրեղի առանցքների նկատմամբ, իսկ K -ն՝ մագնիսական անիզոտրոպիայի հաստատունն է:

(2)-ում E_σ -ն առաձգական դեֆորմացված ֆերոմագնիսում մագնիսաառաձգական էներգիայի խտությունն է, λ_s -ը՝ հագեցման մագնիսաստրիկցիան, իսկ θ -ն՝ հագեցման մագնիսականության I_s վեկտորի և σ լարվածության առանցքի կազմած անկյունը:

(3)-ում E_H -ը ֆերոմագնիսի պոտենցիալ էներգիան է արտաքին H մագնիսական դաշտում:

E_σ և E_H էներգիաների գումարը կլինի նվազագույնը, եթե

$$\frac{d}{d\theta} (E_\sigma + E_H) = 0 \text{ կամ } 3\lambda_s \sigma \sin\theta \cos\theta + H I_s \sin\theta = 0$$

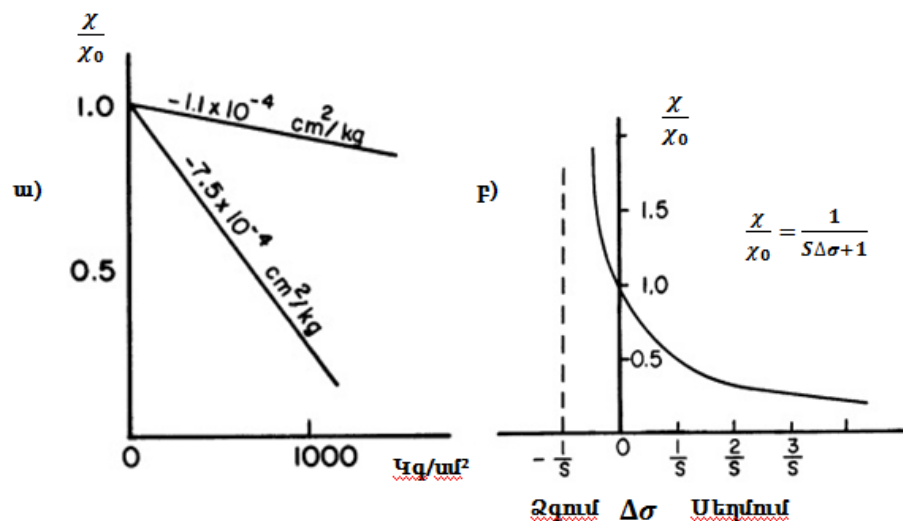
Քանի որ $I = I_s \cos \theta$, կստանանք՝ $\frac{I}{H} = \frac{I_s^2}{3\lambda_s \sigma}$: Բայց $\chi = \frac{I}{H}$, ուստի կգրենք՝ $S = \frac{3\lambda_s \chi}{I_s^2}$:

Այստեղ S -ը ունի σ^{-1} չափողականություն և հանդիսանում է ֆունկցիա մագնիսաբյուրեղային պարամետրերից (λ_s , I_s , χ)՝ լեռնային ապարը կազմող մագնետիտի յուրաքանչյուր հատիկի համար [118]: Տեղադրելով համապատասխան արժեքները մագնետիտի համար ($\lambda_s=20-40 \cdot 10^{-6}$, $I_s=300-400$ cgs/սմ³, $\chi=0,3-0,6$) [55], կստանանք՝

$$-1,1 \cdot 10^{-10} < S < -7,5 \cdot 10^{-10} \text{ սմ}^2/\eta\text{ին} \quad \text{կամ}$$

$$S = -1,1 \cdot 10^{-4} \div -7,5 \cdot 10^{-4} \text{ սմ}^2/\text{կգ} (\approx \text{բար})^{-1}$$

Վերջինս մագնետիտի համար ստացվել է նաև փորձնական ճանապարհով՝ Գրաբովսկու և Պարխոմենկոյի կողմից [49]:



Նկար 2.1. Մագնիսական ընկալունակության փոփոխության տեսական կորերը՝ կախված ճնշումից [129]:

Նկ. 2.1. ա)-ում ցույց է տրված մագնիսական ընկալունակության փոփոխության կապը ճնշումից, իսկ կորերի տարբեր թեքություններն իրենցից ներկայացնում են S-ի սահմանները:

Համաձայն [55]՝ $S = \frac{1}{\chi_0} \frac{d\chi}{d\sigma}$ սմ²/կգ, որտեղ $d\chi$ -ն մագնիսական ընկալունակության փոփոխությունն է, χ_0 -ն՝ սկզբնական մագնիսական ընկալունակությունը, իսկ $d\sigma$ -ն՝ առաձգական լարումների փոփոխությունը: Այլ կերպ կարելի է ասել, որ S-ը ցույց է տալիս, թե ինչ արագությամբ է փոփոխվում մագնիսական ընկալունակությունը լարումների աճին զուգընթաց և այդ իմաստով բնորոշում է մարմնի սեղմվելու ունակությունը կիրառված ճնշման նկատմամբ, այնպես, ինչպես մագնիսանալու ունակությունը կիրառված մագնիսական դաշտի նկատմամբ [118]:

$$S = \frac{1}{\chi_0} \frac{d\chi}{d\sigma} \approx \frac{1}{\chi_0} \frac{\Delta\chi}{\Delta\sigma} = \frac{1}{\chi} \frac{\chi_0 - \chi}{\Delta\sigma} = - \frac{1}{\chi} \frac{\chi - \chi_0}{\Delta\sigma},$$

որտեղ $\chi \approx \chi_0$, իսկ ածանցյալներն արտահայտված են պարզ դիֆերենցիալներով: Այդ դեպքում՝

$$(S\Delta\sigma + 1) = \frac{\chi_0}{\chi} \text{ կամ } \frac{\chi}{\chi_0} = \frac{1}{S\Delta\sigma + 1}$$

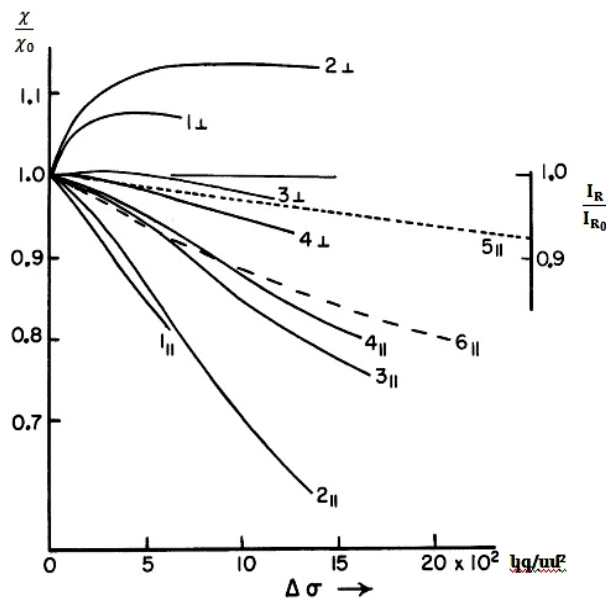
Վերջինս համարժեք է Քեռնի [129] կողմից ստացված արտահայտությանը և ցույց է տրված Նկ. 1.1. բ)-ում որպես ֆունկցիա σ -ի դրական և բացասական արժեքներից, այսինքն ձգման և սեղմման լարումներից:

Նմանատիպ տեսական հարցերի դիտարկումներ կարելի է գտնել Սթեյսիի [147], Կինոշիտայի [130], Նագատայի [136] աշխատանքներում ևս:

Լաբորատոր պայմաններում մագնիսաառաձգական էֆեկտի ուսումնասիրման նպատակով կատարված բազմաթիվ ուսումնասիրություններ հաստատեցին, որ միներալներում և լեռնային ապարներում բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում տեղի են ունենում մագնիսական հատկությունների փոփոխություններ: Այսպես, $\Delta\rho$ ճնշման ներքո լեռնային ապարների մագնիսական պարամետրերը փոփոխվում են $\Delta\chi \approx \alpha\chi_0\Delta\rho$ ($\Delta I_r \approx \beta I_{r0}\Delta\rho$) մեծությամբ՝ ուղիղ համեմատական կիրառված ճնշմանը: Բազմաթիվ լաբորատոր փորձերի արդյունքների համաձայն՝ $\alpha = (0,5-5,0) \cdot 10^{-4}$ սմ²/կգ, $\beta = (0,3-1,2) \cdot 10^{-4}$ սմ²/կգ, որը համապատասխանում է ապարի

մագնիսականության (կամ մագնիսական ընկալունակության) մի քանի տոկոսով փոփոխմանը՝ համեմատաժ իր սկզբնական մեծության հետ, երբ նրա վրա ազդում է 100 կգ/սմ^2 ուժ [55]: Ապարի մագնիսացվածության փոփոխումը կախված է ինչպես առաձգական լարումների մեծությունից և ազդման ուղղությունից, այնպես էլ ապարի մագնիսականության տեսակից, միներալոգիական կազմից, ջերմաստիճանից և այլն:

Դեռևս 1922թ. Վիլսոնը [150] մագնետիտի վրա կիրառելով մինչև 1200 կգ/սմ^2 ճնշում, ստացավ, որ այն մեծացնելիս սեղմման ուղղությամբ տեղի է ունենում մագնիսական ընկալունակության նվազում, իսկ ուղղահայաց ուղղությամբ՝ մեծացում, ընդ որում, մնացորդային մագնիսականությունը և կոհերցիտային ուժը նույնպես փոփոխվում են:



Նկար 2.2. Մագնիսական ընկալունակության կախվածությունը ճնշումից [118]:

1. Անդեգիտ (Ա.Գ.Կալաշնիկով և Ս.Պ.Կապիցա, 1952)
2. Բազալտ (Ս.Պ.Կապիցա, 1955)
3. Դիաբազ (Ս.Պ.Կապիցա, 1955)
4. Բազալտ (Ա.Գ.Կալաշնիկով և Ս.Պ.Կապիցա, 1952)
5. Մագնետիտ (Մ.Ա.Գրաբովսկի և Ե.Ի.Պարխոմենկո, 1953)
6. Մագնետիտ (Տ.Նազատա 1966)

Նկար 2.2.-ում ցույց է տրված մագնիսական ընկալունակության կախվածության գրաֆիկը ճնշումից տարբեր ապարների համար, որոնք ստացվել են տարբեր մասնագետների կողմից և տարբեր տարիներին կատարված ուսումնասիրությունների հիման վրա [49, 55, 56, 135]: Ինչպես երևում է գրաֆիկից, ապարը միառանցք սեղմման ենթարկելիս սեղմմանը զուգահեռ ուղղությամբ մագնիսական ընկալունակությունը միշտ նվազում է, իսկ ուղղահայաց ուղղությամբ հիմնականում աճում է:

Համաձայն [48, 49, 55]՝ մագնետիտին թույլ դաշտում միառանցք սեղման ենթարկելիս մինչև 400 կգ/սմ^2 , նրա մագնիսական ընկալունակությունը նվազում է 20-30 %-ով: Տիտանոմագնետիտին 10 է մագնիսական դաշտում միառանցք սեղման ենթարկելիս (մինչև $10,2 \cdot 10^3 \text{ կգ/սմ}^2$) χ -ն նվազում է մոտավորապես 6 անգամ, իսկ 21 է դաշտում՝ 7 անգամ: Ինչպես մագնետիտի և տիտանոմագնետիտի, այնպես էլ լեռնային ապարների մագնիսական ընկալունակությունը նվազում է մեխանիկական լարումների մեծացմանը զուգընթաց: Այսպես, մինչև 1600 կգ/սմ^2 ճնշման դեպքում այն կազմում է մոտավորապես 50 % [55]: Հաստատված է նաև, որ սեղմման առանցքին ուղղահայաց ուղղությամբ χ -ն ավելի կայուն է արտաքին ճնշմանը, քան նրան զուգահեռ ուղղությամբ:

Լաբորատոր ուսումնասիրություններից ստացված արդյունքների համաձայն՝ միներալներում և լեռնային ապարներում հաստատուն մագնիսական դաշտում ձեռք բերված մնացորդային մագնիսականությունը նույնպես նվազում է ճնշման մեծացմանը զուգընթաց: Այսպես, տիտանոմագնետիտին միառանցք սեղմման ենթարկելիս ($10\,000 \text{ կգ/սմ}^2$ և ավել) նրա իզոթերմիկ մնացորդային մագնիսականությունը (J_r) 18 անգամ փոքրանում է: Հատկապես կտրուկ ձևով փոփոխվում է հագեցման մնացորդային մագնիսականությունը (J_{rs}) 0-400 կգ/սմ^2 սահմաններում՝ կազմելով 50 %: Ճնշման 400-2000 կգ/սմ^2 սահմաններում J_{rs} -ը փոքրանում է լրացուցիչ 10-20 %-ով: Փորձերը ցույց տվեցին, որ հեմատիտին, մագնետիտին, տիտանոմագնետիտին և տարբեր քանակության ֆերոմագնիսական միներալներ պարունակող լեռնային ապարներին ամբողջովին սեղման ենթարկելիս (համակողմանի), նույնպես տեղի է ունենում մնացորդային մագնիսականության նվազում: Օրինակ, հեմատիտին

համակողմանի սեղմելիս ($10\,000\text{ կգ/սմ}^2$) J_r -ը նվազում է գրեթե կիսով չափ, մագնետիտինը՝ 30 %-ով, իսկ ահա γ -հեմատիտի մոտ չնչին քանակությամբ է փոխվում [110]:

Հ.Ավյանը [13] ստացավ, որ անկախ ապարի տեսակից և նրանում առկա ֆերոմագնիսական միներալների պարունակությունից, 8000 կգ/սմ^2 ճնշման դեպքում իզոթերմիկ մնացորդային մագնիսականությունը (J_r) նվազում է ավելի քան 85 %-ով, իսկ $0\text{--}2000\text{ կգ/սմ}^2$ դեպքում՝ 60 %-ով: Ինչ վերաբերում է ջերմամնացորդային մագնիսականությանը (J_{rT}), կարելի է ասել, որ բարձր ճնշման պայմաններում J_{rT} -ն ցուցաբերում է բավական բարձր կայունություն: Այսպես, 9500 կգ/սմ^2 ճնշման դեպքում J_{rT} -ն նվազում է ընդամենը 4,9 %-ով:

Լեոնային ապարների նմուշների վրա իրականացված բազմամյա լաբորատոր ուսումնասիրությունների հիման վրա հեղինակները [105, 107] հանգեցին հետևյալ եզրահանգումներին.

1. Մինչև առաջին 5 կմ տեղակայված ապարների դեպքում տեկտոնամագնիսական էֆեկտների մեծություններում հիմնական դերակատարում ունեն լեոնային ապարների մնացորդային մագնիսականության հետադարձ փոփոխությունները, իսկ խորության մեծացմանը զուգընթաց՝ ինդուկտիվ մագնիսականության փոփոխությունները:

2. Լոկալ անոմալիայի աղբյուրի տեղադրման խորության մեծացմանը զուգընթաց տեկտոնամագնիսական էֆեկտի մեծությունը նվազում է: Նշված հանգամանքը պայմանավորված է ոչ միայն տվյալ աղբյուրի հեռավորությամբ, այլ նաև ջերմաստիճանի մեծացմանը զուգընթաց ապարների մագնիսականության հետադարձ փոփոխությունների ամպլիտուդայի փոքրացմամբ:

3. Կարևոր նշանակություն ունի դեֆորմացվող ապարի մնացորդային մագնիսականության տեսակը: Մածուցիկ և պիեզոմնացորդային մագնիսականությամբ օժտված ապարների դեպքում տեկտոնամագնիսական էֆեկտներն առավել լավ են արտահայտվում:

2.2. Լեռնային ապարների մագնիսական հատկությունները

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում ապարները բնորոշվում են տարբեր ֆիզիկական հատկություններով, ինչը պայմանավորված է տարածքի բարդ երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի առանձնահատկություններով:

Մեզո-կայնոզոյան ապարների ֆիզիկական հատկությունների բնութագիրը ստացվել է 100-ից ավելի հորատանցքերից վերցված հանուկների լաբորատոր հետազոտությունների հիման վրա, որն իրականացվել է Հայկական երկրաբանական վարչության երկրաֆիզիկական արշավախմբի կողմից [44]: Հաշվի առնելով այն, որ տվյալ ատենախոսությունը վերաբերվում է տեկտոնամագնիսական էֆեկտների ուսումնասիրմանը, ապա կանդրադառնանք միայն ապարների մագնիսական հատկություններին:

Փոխակերպային թերթաքարերի և գնեյսների մագնիսական ընկալունակությունը տատանվում է զգալի տիրույթում՝ $\chi = 10 - 5000 \cdot 10^{-6}$ cgs: Ամֆիբոլիտները և եղջրաքարերը հանդես են գալիս հիմնականում թույլ մագնիսական տարատեսակներով: Բջնի և Երանոս գյուղերի շրջակայքում փոխակերպային թերթաքարերը գործնականում մագնիսական չեն, իսկ ահա Աղվերանի և Հանքավանի շրջակայքում հանդես են գալիս մագնիսական և ուժեղ մագնիսական ապարներով: Մագնիսական ընկալունակության փոփոխման մեծ դիապազոնը հավանաբար կապված է դրանց պետրոգրաֆիական առանձնահատկությունների և ռեգիոնալ ու կոնտակտային մետամորֆիզմի ազդեցության հետ:

Միջին դևոն-վերին պերմի նստվածքային ապարները գործնականում մագնիսական չեն՝ $\chi = 30 \cdot 10^{-6}$ cgs: Ավազակավային թերթաքարերը բնորոշվում են մագնիսական ընկալունակության համեմատաբար բարձր արժեքներով՝ $\chi = 190 \cdot 10^{-6}$ cgs:

Կավճի նստածքները, որոնք հանդես են գալիս հիմնականում ավազաքարերով, կրաքարերով և կավերով, գործնականում մագնիսական չեն՝ $\chi = 40 \cdot 10^{-6}$ cgs կամ թույլ մագնիսական են՝ $\chi = 150 \cdot 10^{-6}$ cgs: Կավճի հասակի էֆուզիվ առաջացումները հանդես

են գալիս թույլ մագնիսականից մինչև ուժեղ մագնիսական ապարներով, որոնց բնորոշ է նաև մնացորդային մագնիսականությունը [44]:

Պալեոգենի հասակի նստածքների մագնիսականությունը տատանվում է զգալի տիրույթում, մասնավորապես, կարբոնատային ապարները հանդիսանում են գործնականում ոչ մագնիսական՝ $\chi = 20 \cdot 10^{-6}$ cgs, ավազակավային ապարները՝ թույլ մագնիսական՝ $\chi = 100-200 \cdot 10^{-6}$ cgs, իսկ հրաբխածին ապարները՝ մագնիսական՝ $\chi > 1000 \cdot 10^{-6}$ cgs:

Ըստ մագնիսականության նեոգենի նստվածքային ապարները բաժանվում են երեք խմբի՝ գիպսադաբեր կավեր՝ $\chi = 23 \cdot 10^{-6}$ cgs, խայտաբղետ հաստվածքի ապարներ՝ $\chi = 340 \cdot 10^{-6}$ cgs և միոցեն-պլիոցենի էֆուզիվ ապարներ՝ ներկայացված հիմնականում դոլերիտային բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, անդեզիտադագիտներով և դրանց տուֆերով, որոնք բնորոշվում են բարձր մագնիսական արժեքներով:

Չորրորդական հասակի հրաբխային տուֆերի մագնիսական ընկալունակությունը տատանվում է զգալի տիրույթում. թույլ մագնիսականից մինչև մագնիսական՝ կազմելով միջինում՝ $\chi = 2100 \cdot 10^{-6}$ cgs: Անդեզիտաբազալտային լավաները նույնպես բնորոշվում են մագնիսական ընկալունակության բարձր արժեքներով: Տրավերտինները և կրաքարային տուֆերը գործնականում մագնիսական չեն՝ $\chi = 15 \cdot 10^{-6}$ cgs:

Կայնոգոյան հասակի էֆուզիվ ապարների համար կատարված պալեոմագնիսական ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվեց, որ [44].

1. Երրորդական և չորրորդական հասակի էֆուզիվ ապարները, որոնք ներկայացված են հիմնականում բազալտային, անդեզիտաբազալտային և անդեզիտադագիտային լավաներով, հրաբխային տուֆերով, պորֆիրիտներով, տուֆերով, տուֆածին ապարներով, բնութագրվում են ոչ միայն բարձր մագնիսական ընկալունակությամբ, այլ նաև բարձր մնացորդային մագնիսականությամբ, որը զգալիորեն (5-15 անգամ) գերազանցում է ինդուկցված մագնիսականությանը: I_n/I_i հարաբերակցությունը միջինում կազմում է 12, ինչը նշանակում է, որ տվյալ հասակի

էֆուզիվ ապարների մնացորդային մագնիսականությունը որոշիչ գործոն է հանդիսացել անոմալ մագնիսական դաշտի ձևավորման ժամանակ:

2. Շերտագրական սյունակում վերևից ներքև հրաբխային ապարների մագնիսականությունը փոփոխվում է հետևյալ կերպ (նշված են միջին արժեքները).

ա) 1. Վերին չորրորդական հասակի լավաների համար՝ $\chi = 48 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 233 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 14,6$, $D = 47^\circ$, $J = 44^\circ$:

2. Միջին չորրորդական հասակի լավաների համար՝ $\chi = 31 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 115 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 11,8$, $D = 3^\circ$, $J = 40^\circ$:

3. Հրաբխային տուֆերի համար՝ $\chi = 23 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 78 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 11$, $D = 353^\circ$, $J = 46^\circ$:

բ) Ստորին չորրորդական և վերին պլիոցենի լավաները, ի տարբերություն վերը նշվածների, բնութագրվում են բացառապես հակառակ մագնիսականությամբ: Դրանց միջին արժեքները համապատասխանաբար կազմում են՝ $\chi = 34 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 185 \cdot 10^{-4}$ cгc, $Q = 13,3$, $D = 185^\circ$, $J = -40^\circ$ և $\chi = 33 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 186 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 12$, $D = 182^\circ$, $J = -43^\circ$:

գ) Միջին-ստորին պլիոցենի հասակի ապարները բնորոշվում են նորմալ մագնիսականությամբ՝ $\chi = 13 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 67 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 17$, $D = 3^\circ$, $J = 37^\circ$, իսկ ստորին պլիոցենի, վերին միոցենի հասակի ապարները՝ հակառակ մագնիսականությամբ՝ $\chi = 18 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 99 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 12,2$, $D = 184^\circ$, $J = -36^\circ$:

դ) Վերին և միջին էոցենի հրաբխային ապարները բնորոշվում են նորմալ մագնիսականությամբ, միջին արժեքները պորֆիրիտների համար կազմում են՝ $\chi = 22 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 50 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 9,6$, $D = 351^\circ$, $J = 46^\circ$, իսկ տուֆածին ապարների համար՝ $\chi = 23 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 33 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 4,5$, $D = 24^\circ$, $J = 37^\circ$:

ե) Վերին էոցենի ինտրուզիվային ապարները բնորոշվում են նորմալ մագնիսականությամբ՝ $\chi = 39 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 25 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 1,8$, $D = 20^\circ$, $J = 37^\circ$, իսկ միոցեն-պլիոցենի հասակի ապարները՝ հակառակ մագնիսականությամբ՝ $\chi = 106 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $I_n = 980 \cdot 10^{-4}$ cгcm, $Q = 24$, $D = 175^\circ$, $J = -38^\circ$ [44]:

Ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ միևնույն հասակի, բայց տարբեր պետրոգրաֆիական և քիմիական կազմով ապարները բնորոշվում են միևնույն

մագնիսականությամբ, իսկ տարբեր հասակի, բայց միևնույն պետրոգրաֆիական և քիմիական կազմի ապարները՝ տարբեր մագնիսականությամբ (նույնը վերաբերում է և մնացորդային մագնիսականությանը): Ինչ վերաբերում է ներժայթքային ապարներին, կարելի է ասել, որ դրանք իրենց մագնիսականությամբ կտրուկ տարբերվում են էֆուզիվ և նստվածքային ապարներից և բնորոշվում են ինչպես բարձր մագնիսական ընկալունակությամբ, այնպես էլ բարձր մնացորդային մագնիսականությամբ:

Պալեոզոյի հասակի գրանիտները և մեզոզոյի հասակի սիենիտ-դիորիտները բնորոշվում են համեմատաբար ցածր մագնիսական ընկալունակությամբ և մնացորդային մագնիսականությամբ (χ , I_n ՝ $100 - 120 \cdot 10^{-6}$ cgs): Թթու և նեֆելինային սիենիտները, ինչպես նաև երրորդական հասակի մոնոցոնիտները մագնիսական են ($400-600 \cdot 10^{-6}$ cgs): Մեզոզոյան և կայնոզոյան հասակի ինտրուզիվ ապարները բնորոշվում են բարձր մագնիսականությամբ, որն հասնում է մի քանի հազար cgs միավորի: Նշենք նաև, որ ներժայթքային ապարների դեպքում Q պարամետրի մեծությունը բավական փոքր է՝ հազվադեպ դեպքերում կազելով 1-2 միավոր, իսկ էֆուզիվ ապարների դեպքում, ինչպես արդեն նշվեց, կազմում է 5 և ավել միավոր [44]:

Այսպիսով՝

1. Կայնոզոյան հասակի հրաբխածին ապարները համեմատաժ ավելի հին հասակի նստվածքային ապարների հետ, բնութագրվում են համեմատաբար բարձր մագնիսականությամբ: Դրա հետ մեկտեղ չորրորդական հասակի հրաբխածին ապարներն ավելի մագնիսական են, քան երրորդական հասակի ապարները:

2. Երրորդական հասակի ավազակավային նստվածքներն ավելի մագնիսական են, քան նույն և ավելի հին հասակի կրաքարամերգելային նստվածքները: Երրորդական և կավճի հասակի կրաքարամերգելային նստվածքները, ինչպես նաև պալեոզոյի նստվածքները գործնականում ոչ մագնիսական են: Բացառություն են կազմում որոշ ավազակավային ապարներ:

3. Գրեթե բոլոր հասակի ինտրուզիվ ապարները ներկայացված են մագնիսական և ուժեղ մագնիսական ապարներով: Հրաբխային ապարներն ընդհանուր վերցրած բնութագրվում են ոչ միայն բարձր մագնիսական ընկալունակությամբ, այլ նաև բարձր

մնացորդային մագնիսականությամբ: Այդ առումով աչքի են ընկնում հատկապես չորրորդական հասակի լավաները և յուրայի հասակի պորֆիրիտները:

2.3. Լեռնային ապարների մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրումը բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում

Լաբորատոր պայմաններում լեռնային ապարների մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրման վերջնական նպատակն է հանդիսանում հնարավոր տեկտոնամագնիսական էֆեկտների գնահատումը, որոնք ի հայտ են գալիս տեկտոնական լարումների ազդեցության հետևանքով՝ մագնիսական պարամետրերի փոփոխությունների ժամանակ:

Լարումների ազդեցության տակ փոխվում է ինչպես մնացորդային մագնիսականությունը (I_n), այնպես էլ մագնիսական ընկալունակությունը (χ): Եվ քանի որ սեյսմաակտիվ գոտիներում ապարները, որպես կանոն, ենթարկվում են տեկտոնական լարումների անընդհատ ազդեցությանը, ուստի կախված ազդող լարումների մեծություններից առաջ եկող տեկտոնամագնիսական էֆեկտները գլխավորապես պետք է պայմանավորված լինեն I_n -ի և χ -ի հետադարձ փոփոխություններով.

$$\Delta I(P) = \Delta \chi(P) T + \Delta I_{rt} + \Delta I_{rp} + \Delta I_{rv},$$

որտեղ χ -ն ապարի մագնիսական ընկալունակությունն է, I_{rt} -ն, I_{rp} -ն և I_{rv} -ն՝ ապարի՝ համապատասխանաբար ջերմամնացորդային, պլեզոմնացորդային և մածուցիկ մնացորդային մագնիսականությունը, իսկ T -ն՝ երկրամագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի մոդուլը:

ՀՀ տարածքի ապարների մագնիսական հատկությունները միառանցք լարումների ազդեցության տակ և տարբեր ջերմաստիճանային պայմաններում ուսումնասիրելու համար վերցվել են տարբեր կազմի, հասակի և ծագման ապարների նմուշներ ՀՀ հյուսիսային, կենտրոնական և հարավային շրջաններից: Կենտրոնական հատվածից վերցվել են վերին, միջին և ստորին չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտների և բազալտների նմուշներ Գառնի գյուղի շրջակայքից և Ազատի ջրամբարի տարածքից (Աղյուսակ 2.1.) [26, 71]:

Հաշվարկվել է նմուշների β գործակիցը, որը բնութագրում է մագնիսական ընկալունակության հետադարձ փոփոխությունների ամպլիտուդան.

$$\beta = \frac{I}{\chi_0} \cdot \frac{\Delta \chi}{\Delta P},$$

որտեղ χ_0 -ն մագնիսական ընկալունակությունն է $P=0$ դեպքում (նախապես $P_{\max}$ սեղմման ենթարկելուց հետո), $\Delta \chi$ -ն մագնիսական ընկալունակության փոփոխությունն է ճնշման մեծացման դեպքում ($\Delta P = P_2 - P_1$, որտեղ $P_2 > P_1$, $\Delta \chi = \chi(P_1) - \chi(P_2)$): Ստացված արդյունքների համաձայն՝ մագնիսական ընկալունակության փոփոխությունները կազմել են սկզբնական արժեքի 1,5-10 %:

Հաշվարկվել է նաև նմուշների γ գործակիցը, որը բնութագրում է բնական մնացորդային մագնիսականության հետադարձ փոփոխությունների ամպլիտուդան.

$$\gamma = \frac{1}{I_n^{P=0}} \cdot \frac{\Delta I_n}{\Delta P},$$

որտեղ I_n -ը բնական մնացորդային մագնիսականությունն է $P=0$ դեպքում (նախապես $P_{\max}$ սեղմման ենթարկելուց հետո): Ստացված արդյունքների համաձայն՝ նմուշների բնական մնացորդային մագնիսականության փոփոխությունները 600 կգ/սմ² ճնշման և սենյակային ջերմաստիճանի պայմաններում կազմել են սկզբնական արժեքի 4-12 %:

Ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ նմուշների մեծամասնության դեպքում ճնշման մեծացմանը զուգընթաց սկզբնական մագնիսական ընկալունակությունը (χ_0) գործնականում նվազում է գծայնորեն, իսկ ճնշման աստիճանաբար փոքրացման դեպքում ($P_{\max} \rightarrow 0$) այն դարձյալ գծայնորեն և հետադարձ կերպով աճում է մինչև իր ելքային արժեքը (χ_0):

Հայաստանի տարածքի վերին պլիոցեն-չորրորդական հասակի էֆուզիվ ապարների բնական մնացորդային մագնիսականության բնույթը և կայունությունը ուսումնասիրելիս պարզվեց, որ նշված ապարներում I_n -ը ջերմամնացորդային է, իսկ վերջինիս կրողն են հանդիսանում մագնետիտի իզոմետրիկ հատիկները, որոնց չափերը կազմում են 10-ից մինչև 30-40 միկրոն [66]:

Ջերմամնացորդային մագնիսականությունը չափելու համար նմուշները տաքացվել են մինչև Կյուրիի կետը, այնուհետև սառեցվել սենյակային ջերմաստիճանում՝ 0,5Է

լարվածության դաշտում: Չափումները կատարվել են գծային և օղակային տվիչ-մոդուլատոր համակարգով աշխատող ֆերոգոնդային դիֆերենցիալ մագնիսաչափերով՝ նմուշի վրա ճնշումը անմիջապես կիրառելով և հանելով: Ենթադրվում է, որ ջերմամնացորդային մագնիսականության ձեռք բերման և ճնշման ազդման ընթացքում ֆերոմագնիսական միներալում ֆազային փոփոխություն տեղի չի ունեցել [71]:

Աղյուսակ 2.1.

№ Նմուշի համարը	T° C	$\gamma_{rt} \times 10^{-4}$ սմ ² /կգ	$I_{rt} \times 10^{-4}$ CGCM (P=0)	$(\Delta I_{rt}^P) \times 10^{-4}$ CGCM P=600կգ/սմ ²	Ապարի անվանումը
2	20	1.4	161	14	Անդեզիտաբազալտ
	150	1.2	104	7	
	300	0.8	76	3	
4	20	1.6	178	15	Բազալտ
	150	1.3	105	8	
	300	1.1	64	4	
5	20	1.4	231	19	-, -
	150	1.2	204	14	
	300	0.9	166	8	
8	20	1.5	180	16	-, -
	150	1.3	74	5	
	300	1.0	34	2	
10	20	1.1	150	9	-, -
	150	0.8	100	4	
	300	0.7	45	2	

Հաշվարկվել է γ_{rt} գործակիցը, որը բնութագրում է ջերմամնացորդային մագնիսականության կրած փոփոխության չափը ճնշումը վերացնելուց հետո՝

$$\gamma_{rt} = \frac{1}{I_{rt}^{p=0}} \cdot \frac{\Delta I_{rt}}{\Delta P},$$

որտեղ $I_{rt}^{p=0}$ -ն ջերմամնացորդային մագնիսականությունն է $P=0$ դեպքում (նախապես $P_{\max}$ սեղմման ենթարկելուց հետո): Ուսումնասիրության համաձայն՝ 600 կգ/սմ² ճնշման դեպքում ΔI_{rt}^P -ի բացարձակ արժեքը նվազում է, սակայն նվազման չափը չի գերազանցում ելքային արժեքի 10%:

Աղյուսակ 2.1.-ում բերված են լաբորատոր արդյունքները, որոնք ստացվել են 20°C, 150°C և 300°C ջերմաստիճաններում և 600 կգ/սմ² ճնշման դեպքում: Ինչպես երևում է աղյուսակից, միևնույն ճնշման դեպքում ջերմաստիճանի մեծացմանը զուգընթաց ΔI_{rt}^P -ի բացարձակ արժեքը փոքրանում է:

Այսպիսով՝ միառանցք սեղման դեպքում դիտվում են ջերմամնացորդային մագնիսականության մեծության հետադարձ փոփոխություններ, իսկ ջերմաստիճանի մեծացմանը զուգընթաց այդ փոփոխությունների մեծությունները նվազում են:

Ուսումնասիրվել է նաև ապարների նմուշների պլեզոմնացորդային մագնիսականությունը (I_{rp}) [19]: Վերջինիս չափումը կատարվել է Երկրի մագնիսական դաշտում և 3-5 է դաշտում՝ 0-700 կգ/սմ² ճնշման պայմաններում ($P \parallel H$): Գառնիի տարածքից վերցված չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտների և բազալտների նմուշների վրա իրականացված ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ճնշման մեծացմանը զուգընթաց դիտվում է I_{rp} -ի մեծության աճ, ընդ որում որքան մեծ է արտաքին մագնիսական դաշտը, այնքան մեծ է I_{rp} -ի մեծության աճը: Ճնշումը հանելուց հետո դարձյալ դիտվում է I_{rp} -ի մեծության աճ, իսկ ահա բավական ցածր ճնշումների դեպքում այն աննշան նվազում է: Կատարված փորձարկումները փաստում են նաև, որ անկախ ապարի մնացորդային մագնիսականության սկզբնական արժեքից գումարային մագնիսականությունը բարձր ճնշման պայմաններում (500-600 կգ/ սմ²) ձգտում է որոշակի սահմանային արժեքի:

<< տարածքի սեյսմաակտիվ գոտիներից վերցված նմուշների վրա իրականացված ուսումնասիրությունները տարբեր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում ցույց տվեցին, որ ինդուկտիվ մագնիսականության հետադարձ

փոփոխությունների ամպլիտուդան չփոփոխվող ճնշման պայմաններում գործնականում կախված չէ ապարի ջերմաստիճանից $20^{\circ}-300^{\circ} \text{ C}$ ինտերվալում:

Հաշվի առնելով ՀՀ տարբեր շրջաններում գեոթերմիկ գրադիենտի մեծությունները, կարելի է ասել, որ տեկտոնական լարումների ազդեցության տակ լեռնային ապարների ինդուկտիվ մագնիսականության փոփոխությունը կախված չէ ջերմաստիճանից մինչև 8-12 կմ խորությունները:

Հետևություններ.

1. Ըստ մագնիսականության Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի ապարները բաժանվում են հետևյալ երեք խմբերի՝ գործնականում ոչ մագնիսական ($\chi < 100 \cdot 10^{-6} \text{ cgsM}$), թույլ մագնիսական ($\chi = 100-1000 \cdot 10^{-6} \text{ cgsM}$) և մագնիսական ($\chi > 1000-5000 \cdot 10^{-6} \text{ cgsM}$): Ընդհանուր առմամբ ապարների մագնիսացվածությունն աճում է ավելի հին հասակից դեպի ավելի երիտասարդ ապարները:

2. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքից վերցված նմուշների լաբորատոր ուսումնասիրությունների համաձայն՝ ապարներում χ_p/χ_0 և $I_n^p/I_n^{p=0}$ փոփոխություններն էական են և կարող են զգալի մաս կազմել մագնիսականության հետադարձ փոփոխությունների մեծություններում՝ տեկտոնական լարումների փոփոխությունների ժամանակ:

ԳԼՈՒԽ 3. ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

3.1. Խորքային երկրաբանական կտրվածքների կազմման համար փաստացի տվյալները

Հայաստանի տարածքի երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի ուսումնասիրությամբ զբաղվել են բազմաթիվ մասնագետներ՝ սկսած հատկապես անցյալ դարի կեսերից, որոնցից կարելի է առանձնացնել Հ.Աբիխի, Ֆ.Օսվալդի, Կ.Պաֆենհոլցի, Ե.Միլանովսկու, Ա.Ասլանյանի, Ա.Գաբրիելյանի, Հ.Սարգսյանի, Գ.Սիմոնյանի, Տ.Ջրբաշյանի, Վ.Ամարյանի, Ռ.Առաքելյանի, Վ.Աղամալյանի, Ս.Բալյանի, Է.Խարազյանի, Ա.Վարդանյանի, Ա.Վեհունու, Կ.Մկրտչյանի, Ա.Ավանեսյանի, Ս.Նազարեթյանի, Հ.Թումանյանի և այլոց աշխատանքները:

ՀՀ տարածքի երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի վերաբերյալ ներկայումս կուտակված է բավական հարուստ գիտական նյութ, որը թերևս աչքի է ընկնում նաև իր ոչ միատարրությամբ: Նշված ուսումնասիրությունների հիմքում դրվել են երկրաբանական, տեկտոնական, երկրաձևաբանական, երկրաֆիզիկական, երկրաքիմիական, սեյսմաբանական և այլ մեթոդներ, որոնց արդյունքում հայտնաբերվել և քարտեզագրվել են տարբեր ժամանակաշրջանների ապարների համալիրները, դրանց ֆիզիկաքիմիական հատկությունները, հասակային ու ծագումնաբանական փոխկապակցվածությունները, տարածական տեղաբաշխման առանձնահատկությունները, տեկտոնական տարրերը, առանձնացվել են հանքային, տեկտոնական, հրաբխային, սեյսմաակտիվ գոտիներն ու ենթագոտիները և այլն:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում մեր կողմից իրականացված երթուղային մագնիսաչափական դիտարկումներից ստացված արդյունքները մեկնաբանելու նպատակով՝ կապված ուսումնասիրվող տարածքի երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի առանձնահատկությունների հետ, կազմվել

են Երևան-Սևան (1-1), Երևան-Ապարան (2-2), Երևան-Թալին (3-3), Արմավիր-Երևան (4-4), Երևան-Գառնի (5-5) և Երևան-Երասխ (6-6) խորքային երկրաբանական կտրվածքները (Նկ. 4.4 - 4.10) [32]: Վերջիններիս կազմման համար հավաքագրվել և համալիր վերլուծության են ենթարկվել փաստացի երկրաբանատեկտոնական, երկրաֆիզիկական, խորքային հորատանցքերից, ինչպես նաև սեյսմագոնոլոգիայի մեթոդներով ստացված տվյալները: Կտրվածքները կազմելիս մենք առաջնորդվել ենք այն աշխատանքներով, որոնք աչքի են ընկնում առավել հիմնավորվածությամբ, ընդգրկունությամբ, ընդունված են մասնագետների լայն շրջանում, ինչպես նաև հիմնված են նախկինում կատարված աշխատանքների ընդհանրացման և բազմակողմանի ու համալիր վերլուծության վրա [6, 20, 21, 23, 27, 42, 69, 74, 84, 87, 93, 101]:

Խորքային երկրաբանական կտրվածքների կազմման համար օգտագործվել են Արարատյան սեյսմափորձադաշտի երկրաբանական քարտեզը (1:200 000 Մ, Ա.Գաբրիելյան, Հ.Սարգսյան, Է.Խարազյան և ուրիշներ) (Նկ. 3.4), տեղագրական (1:200 000 Մ), տեկտոնական, պալեոտեկտոնական, բեկվածքների քարտեզները, ինչպես նաև ՀՀ տարածքի երկրակեղևի էոպալեոգոյան հիմքի, Կոնրադի (K) և Մոհորովիչիչի (M) մակերևույթների և <<գրանիտային>> ու <<բազալտային>> շերտերի հզորությունների սխեմաները: Երկրաբանական կտրվածքների գրաֆիկական պատկերումը կատարվել է CorelDRAW X5 համակարգչային ծրագրով:

Հաշվի առնելով օգտագործված փաստացի նյութի բավական մեծ ծավալը, սույն գլխում համառոտակի վերլուծված են Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի խորքային երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքը, շերտագրությունը, ինչպես նաև համակարգված ուսումնասիրությունների արդյունքներն ըստ <<Ձեմյա>> և <<Ձերեպախա>> կայանների:

3.1.1. Երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքը

Արարատյան սեյսմափորձադաշտը տեղակայված է Երևանից 60 կմ շառավղով տարածքում և զբաղեցնում է Արարատյան դաշտավայրն ու Կենտրոնական իջվածքը,

որոնք հանդիսանում են Արևելա-Անատոլիական իջվածքի հարավ-արևելյան շարունակությունը, որն էլ իր հերթին պատկանում է Փոքր Կովկասի ալպյան ծալքավորությանը: Այն և իրեն հարակից տարածքները բնորոշվում են բավական բարդ երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքով, որտեղ առկա են գրեթե բոլոր երկրաբանական ժամանակաշրջանների նստվածքներ և կառուցվածքով ու զարգացման պատմությամբ միմյանցից խիստ տարբեր երկրատեկտոնական գոտիներ: Տեկտոնական կառույցները բնորոշվում են տարբեր բնույթի և ուղղվածության ծալքավոր ու խզվածքային, և հատկապես՝ խորքային խախտումների լայն տարածմամբ [6, 23, 27, 41, 42, 63, 65, 84, 90, 101]:

Ա.Գաբրիելյանը [41] ՀՀ ողջ տարածքի համար առանձնացրել է հետևյալ տեկտոնա-ֆորմացիոն համալիրները (մեգաբլոկները), գոտիները և ենթագոտիները.

1. Վիրահայոց-Կապանի ծալքավորված մեգաբլոկը, որը ներառում է Վիրահայոց-Ղարաբաղի անտիկլինորիումային գոտին և Կապանի բեկորը:

2. Բազում-Չանգեզուրի խիստ ծալքավորված գոտին՝ բաղկացած Սևան-Ամասիայի օֆիոլիթային և Հանքավան-Չանգեզուրի ենթագոտիներից:

3. Մերձարաքսյան մեղմ ծալքավորված գոտին, որը ներառում է Երևան-Օրդուբադի սինկլինորիումային ենթագոտին և Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքը:

Բազում-Չանգեզուրի գոտին ձգվում է Կուր և Արաքս գետերի գետամիջի կենտրոնական բարձրալեռնային հատվածով՝ ընդգրկելով Շիրակի, Բազումի, Հալաբի, Փամբակի, Ծաղկունյաց, Արեգունի, Վարդենիսի, Չանգեզուրի և մասամբ՝ Սևանի ու Գեղամա լեռնաշղթաները: Ունի <<կարային>> բնույթ, բնորոշվում է տեկտոնական տարրերի բարդությամբ և բազմաձևությամբ: Ելնելով մագնիսական և գրավիտացիոն դաշտերի անոմալիաների քարտեզներից, կարող ենք ասել, որ նշված գոտին ունի մոզաիկ-բլոկային կառուցվածք, իսկ անոմալ դաշտերը ուղղակիորեն կապված են տվյալ գոտու երկրաբանական կառուցվածքի հետ [16, 18, 84]:

Մերձարաքսյան գոտին ընդգրկում է Հրազդան և Վեդի գետերի գետամեջը և Ուրծի ու Վայքի լեռնաշղթաները: Բնորոշվում է թույլ հրաբխային գործունեությամբ և գմբեթաձև ծալքավոր ստրուկտուրաներով: Գոտու կազմում մասնակցում են դևոն-

տրիասի պարագետսինկլինալային ցամաքածին-կարբոնատային ու կարբոնատային, վերին կավճի ցամաքածին, կարբոնատային և կայծքարահրաբխածին, պալեոգենի նրբադիթում ու հրաբեկորանստվածքային, նեոգենի ու անտրոպոգենի ցամաքային հրաբխածին գոյացությունները: Ներառում է Երևան-Օրդուբադի սինկլինորիումային և Ուրծ-Վայքի անտիկլինորիումային ենթագոտիները:

Երևան-Օրդուբադի ենթագոտում առանձնացվում են Երևան-Վեդու, Եղեգնաձորի (Արփայի) և Օրդուբադի սինկլինորիումները, որոնք բաժանված են Քարախաչի ու Մարտիրոսի ոչ մեծ լայնակի անտիկլինորիումային կամարներով:

Երևան-Վեդու սինկլինորիումը կազմված է վերին կավճի, պալեոգենի ու նեոգենի նստվածքներից, որոնք մեղմ ծալքավորված են և կազմում են առավելապես բրախիալ ծալքեր: Սինկլինորիումում հյուսիս-արևմուտքից դեպի հարավ-արևելք առանձնացվում են Շոռաղբյուր-Գեղարդի, Խոսրով-Գիլանլար-Գառնիի, Զովաշեն-Բայբուրդի, Հարավերանոս-Քյոթանլու-Դահնակի, Երախաջուր-Կոտուցի, Երախի անտիկլինալային աղեղները և Հացավանի, Երանոս-Գելայսարի, Օձասարի, Վարդաշատ-Շաղափի սինկլինալային աղեղները [6, 41, 42]:

Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքն ընդգրկում է Արաքս գետի միջին հոսանքի ավազանը՝ Արարատյան գոգավորությունը: Հյուսիսում սահմանափակվում է Արագածի հրաբխային զանգվածով և Ուրծի ու Վայքի լեռնաշղթաներով, իսկ հարավում՝ Մեծ ու Փոքր Արարատների հրաբխային զանգվածներով և Հայկական Պար լեռնաշղթայով: Իջվածքը լցված է վերին օլիգոգեն-ստորին միոգենի խայտաբղետ մոլասային, միջին միոգենի գիպսաղաբեր, վերին միոգենի ավազակավային, ստորին-միջին պլիոգենի հեղեղաբերուկ, հրաբխաբեկորային և անտրոպոգենի գետալճային գոյացություններով (4,5-5 կմ) [6, 21, 41, 69, 102]: Իջվածքի հյուսիսային ու հյուսիս-արևելյան հատվածը ներկայացված է Երևանի խորքային բեկվածքով: Համաձայն երկրաֆիզիկական և հորատանցքային տվյալների՝ իջվածքը բնորոշվում է բավական բարդ կառուցվածքով և ներկայացված է բազմաթիվ, մեծ մասամբ թաղված բարձրացումներով ու իջվածքներով, որոնք հաճախ սահմանազատված են խզվածքային խախտումներով [22, 84, 87, 74, 88]: Համեմատաբար խոշոր չափերով առանձնանում են Մասիսի, Արտաշատի, Սադարակի, Ստորին Ախուրյանի

իջվածքները և Փարաքար-Նորաբացի, Բամբակաշատ-Կարմրաշենի, Արարատի բարձրացումները, որոնք ծանրության ուժի անոմալիայի քարտեզներում արտահայտվում են հարաբերական մաքսիմումներով և մինիմումներով:

Երևան-Սևանի գրաբեն սինկլինորիումն ընդգրկում է Հրազդան գետի միջին հոսանքի ավազանը, Գեղամա լեռնաշղթայի արևմտյան ու հյուսիսային լանջափեշերը և Սևանի գոգավորության զգալի մասը: Լցված է նեոգենի ծովային և ծովալճացամաքային նստվածքներով (մինչև 3000 մ), որոնց հիմքում տեղադրված է կավիճ-պալեոգենի ծալքավոր կոմպլեքսը: Բնորոշվում է բավական բարդ ներքին կառուցվածքով և մասնատվում է երկու խոշոր սինկլինալային իջվածքների՝ Աբովյանի և Սևանի, որոնք բաժանվում են միմյանցից Հրազդան-Գեղարքունու լայնակի բարձրացումով:

Աբովյանի իջվածքն իրենից ներկայացնում է տիպիկ գրաբեն-սինկլինալ, որը բոլոր կողմերից սահմանափակված է տեկտոնական բեկվածքներով: Մասնավորապես, արևելքից՝ Ջրվեժի, հարավից՝ Փարաքար-Նորաբացի, արևմուտքից՝ Արայի լեռ-Հրազդանի, հյուսիսից՝ Մարմարիկի: Իջվածքի սահմաններում առանձնացվում են Մերձերևանյան և Ֆանտանի իջվածքները, որոնք բաժանվում են Ջրաբեր-Հատիսի անտիկլինալ բարձրացման գոտով: Դրանց կամարային մասերում էոգենի ու ստորին-միջին օլիգոգենի նստվածքներն աններդաշնակորեն ծածկվում են վերին օլիգոգեն-ստորին միոգենի և պլիոգեն-չորրորդական գոյացություններով: Աբովյանի իջվածքին բնորոշ առանձնահատկությունն աղային կառույցների լայն տարածումն է, որոնք ռելիեֆում հստակորեն արտահայտվում են գմբեթանման, երբեմն էլ աղեղնաձև ձգված բլուրների տեսքով: Աղային անտիկլինալներից են Արամուսի, Աբովյանի, Հրազդանի, Ջրաբերի, Գութանասարի, Սոլակի, Քաղսիի, Քարաշամբի, Ավանի, Նոր Զեյթունի, Ստորին Գետառի, Եռաբլրի, Ծիծեռնակաբերդի, Կիլիկիայի, Արաբկիրի, Քանաքեռի, Առինջի, Բալահովիտի և այլ գմբեթները [6, 22, 42]:

Սևանի նեոգենյան իջվածքն իրենից ներկայացնում է գրաբեն, որը հարավ-արևմուտքից և հյուսիս-արևելքից սահմանափակված է աստիճանաձև վարնետներով: Լցված է նեոգեն-չորրորդական ծովային ու ցամաքային նստվածքներով:

Արտահայտվում է մանր անտիկլինալ և սինկլինալ ծալքերով, որոնցից առանձնացվում են Նորադուզի ու Լճափի անտիկլինալները և Ծովակի սինկլինալը:

Հրազդան-Գեղարքունու լայնակի բարձրացումը իրենից ներկայացնում է տեղային բարձրացումների, անտիկլինալների ու սինկլինալների գոտի: Բարձրացման արևմտյան մասում անտիկլինալների միջուկում մերկանում են պալեոգենի ու վերին կավճի, երբեմն էլ վերին պրոտերոզոյի ապարները, որոնք վկայում են նշված բարձրացման սահմաններում մինչնեոգենյան հիմքի ոչ խորը տեղադրման մասին [6, 22, 42]:

3.1.2. Շերտագրությունը

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի և նրան հարակից տարածքների երկրաբանական կառուցվածքը բավականին լավ է ուսումնասիրված: Ուսումնասիրվող տարածքն ունի բարդ երկրաբանական կառուցվածք և ֆազիաների հարուստ գենետիկական բազմազանություն: Այստեղ հայտնի են երկրաբանական գրեթե բոլոր ժամանակաշրջանների նստվածքները՝ սկսած մինչքեմբրի հնագույն փոխակերպային ստվարաշերտերից մինչև չորրորդական հասակի լճագետային ու հրաբխային ապարներ:

Վերին պրոտերոզոյ-մինչքեմբրի փոխակերպային համալիրի ապարները ՀՀ տարածքում հնագույններն են, որոնք ոչ մեծ ելքերով մերկանում են Ծաղկունյաց, Լոք և Շամշադին անտիկլինալների միջուկներում: Այս համալիրի ապարների ուսումնասիրությամբ զբաղվել են բազմաթիվ մասնագետներ՝ Վ.Կոտլյար, Ա.Ասլանյան, Ռ.Առաքելյան, Հ.Նազարյան, Վ.Աղամալյան և այլք: Փորձադաշտի տարածքում փոխակերպային համալիրի ապարները մերկանում են Ապարանի և Արզականի զանգվածներում, ինչպես նաև բացահայտված են Զեյվա, Փարաքար և Զվարթնոց գյուղերի մոտակայքում փորված հորատանցքերում: Բյուրեղային հիմքի ապարներն այստեղ ներկայացված են երկփայլարային, նոնաքարային, քվարց-նոնաքարաստավրոլիթային թերթաքարերով և ֆիլիթներով (200 մ և ավել) և հավանաբար համապատասխանում են վերին կանաչքարային սերիային: Ըստ

Մ.Սաթիանի և Վ.Աղամալյանի տվյալների [14, 102], դրանք տարածված են նաև Գեղամա լեռնաշղթայի հարավային մասում՝ նեոգեն-չորրորդական հասակի լավաների տակ: Երևան-Վեդու սինկլինորիումում փոխակերպային ապարների բավական խոշոր բեկորներ հայտնաբերված են նաև Երանոսի լեռնաշղթայում՝ կոնյակի ստվարաշերտերի մեջ՝ անտիկլինալ ծալքի միջուկում:

Համաձայն Վ.Աղամալյանի [102] ուսումնասիրությունների՝ փոխակերպային համալիրը բաժանվում է երկու ենթահամալիրի, որոնք էլ իրենց հերթին ստորաբաժանվում են չորսական շերտախմբերի: Դրանք միմյանցից տարբերվում են ապարների փոխակերպության աստիճանով և կառուցվածքային պլանով: Ստորին ենթահամալիրը (արզականի սերիա) բաղկացած է ուժգին փոխակերպված և տեղախախտված գրանիտագնեյսներից և բյուրեղային թերթաքարերից: Կտրվածքում ներքևից վերև առանձնացվում են հետևյալ շերտախմբերը՝ գրանիտագնեյսների և միզմատիտների, բծավոր թերթաքարերի, քվարցիտային թերթաքարերի և գրաֆիտային թերթաքարերի, որոնց ընդհանուր հաստությունը կազմում է մոտ 3 կմ: Վերին ենթահամալիրի (ապարանի սերիա) ապարները տեղադրված են ստորինի վրա անկյունային և ազիմուտային աններդաշնակությամբ: Կտրվածքում ներքևից վերև առանձնացվում են ֆիլիթային, պորֆիրիտոիդների, պորֆիրոիդների և վերին կարբոնատային շերտախմբերը, որոնց ընդհանուր հաստությունը կազմում է մոտ 2 կմ: Ապարանի շրջանում պորֆիրիտոիդների շերտախումբը ներկայացված է սև և մուգ կանաչավուն ամֆիբոլիտներով, որոնց առաջացումը պայմանավորված է պլագիոգրանիտային բազմաթիվ ներժայթուկների ջերմային ներգործությամբ: Ընդհանուր առմամբ, հնագույն փոխակերպային համալիրը ներարկված է հիմքային ու գերհիմքային (գաբրո, սերպենտինիտներ) և թթու (սպիտակավուն պլագիոգրանիտներ) ներժայթքային ապարներով:

Վերին պալեոզոյան համալիրի ապարների շերտագրության վերաբերյալ առավել մանրամասնորեն նկարագրված է Կ.Պաֆենհոլցի, Ա.Ասլանյանի, Ն.Ազարյանի և հատկապես Ռ.Առաքելյանի ու Մ.Աբրահամյանի աշխատություններում:

Վերին դևոնի և ստորին կարբոնի նստվածքները մերկանում են սեյսմափորձադաշտի հարավ-արևելյան մասում և ներկայացված են թույլ

փոխակերպված կրաքարերով, քվարցիտներով, ավազաքարերով, ավազակավային ու կավային թերթաքարերով: Վերին դևոնի կտրվածքի հաստությունը կազմում է մոտ 1100 մ: Ստորին կարբոնի նստվածքները (350-700 մ) առանց շերտագրական ընդմիջման հաջորդում են վերին դևոնի նստվածքներին և հանդես են գալիս տուրների և վիզելի հարկերով:

Պերմի նստվածքները վերին պալեոզոյան հաստվածքում ունեն առավելագույն տարածում, որոնք տրանսգրեսիվորեն, խոշոր շերտագրական, իսկ երբեմն էլ անկյունային աններդաշնակությամբ տեղադրված են ավելի հին հասակի ապարների վրա և ներկայացված են մոխրագույն, մուգ մոխրագույն շերտավոր, որոշ տեղերում՝ բիտումակիր կրաքարերով (մոտ 600 մ): Պերմի նստվածքները տարածում ունեն սեյսմափորձադաշտի հարավ-արևելյան հատվածում:

Կավճի տերիգեն-կարբոնատային, հրաբխածին-նստվածքային, հրաբխածին ապարների շերտերը, որոնք լայնորեն տարածված են սեյսմափորձադաշտի տարածքում, հանդես են գալիս բավական մեծ հզորությամբ (1200 մ և ավել) և առանձին գոտիներում բնորոշվում են ֆացիալ կազմի, կտրվածքի ամբողջականության և բրածո ֆաունայի զգալի փոփոխություններով:

Կավճի նստվածքների ուսումնասիրությամբ զբաղվել են Վ.Եղոյանը, Վ.Ռենտգարտենը, Ա.Ասլանյանը, Ա.Աթաբեկյանը, հատկապես գնահատելի են Վ.Հակոբյանի ուսումնասիրությունները:

Վերին կավճի նստվածքները լայնորեն տարածված են Բազում-Չանգեզուրի և Մերձարաքսյան գոտիներում և ներկայացված են հետևյալ ենթահարկերով՝ սենոման-տուրոն, կոնյակ և սանտոն-մաստրիխտ: Փորձադաշտի տարածքում սենոման-տուրոնի նստվածքներ հայտնի են Վեդի, Ազատ, Արգիճի գետերի ավազաններում: Համեմատաբար լայն տարածում ունեն Վեդի գետի ավազանում և ներկայացված են հիմնականում կոնգլոմերատների ենթաշերտեր պարունակող կրաքարերով և ալևրոլիտներով (300 մ): Խոսքով գետի ավազանում տուրոնի նստվածքները խորասուզվում են՝ ծածկվելով ավելի երիտասարդ ապարներով և բացահայտված են հորատանցքում՝ 300-350 մ հաստությամբ: Կոնյակի հարկի նստվածքներն ունեն լայն տարածում, հատկապես Վեդի և Ազատ գետերի ավազանում, և բնորոշվում են

Ֆացիաների հաստությունների բազմազանությամբ ու փոփոխականությամբ: Ներկայացված են տարբեր տիպի ցամաքածին, հրաբխածին-նստվածքային և կարբոնատային ապարներով (մոտ 1000 մ)՝ ավազաքարեր, ալրոլիտներ, մերգելներ, կրաքարեր, անդեզիտաբազալտներ, սպիլիտներ և այլն: Փորձադաշտի արևմտյան մասում՝ Արաքս գետի ձախ ափին բացված հորատանցքում վերին օլիգոցեն-ստորին միոցենի մոլասային շերտախմբի տակ բացահայտված է մոտ 1000 մ հաստությամբ հրաբխածին շերտախումբ, որն ամենայն հավանականությամբ համապատասխանում է խոսրովի շերտախմբին (ստորին կոնյակի վերին մաս): Հրաբխածին շերտախումբը բացահայտված է նաև Արարատ քաղաքի Քարակերտ գյուղի մոտ: Վերին կոնյակը մոտ 300 մ հաստության ավազամերգելային շերտախմբով հանդես է գալիս Վեդի և ազատ գետերի ավազաններում: Սանտոնի, կամպան-մաստրիխտի նստվածքները փորձադաշտի տարածքում հայտնի են բոլոր կառուցվածքաֆորմացիոն գոտիներում, ունեն զգալի տարածում և տարածականորեն հարում են կոնյակի ապարների տարածման տեղամասերին՝ վերընթաց կտրվածքում ներդաշնակ փոխարինելով դրանց: Ներկայացված են կրաքարերով, մերգելներով, ալրոլիտներով, ավազաքարերով: Կամպան-մաստրիխտի կարբոնատային նստվածքները հորատանցքերով բացահայտված են Միջինարաքսյան իջվածքի հյուսիս-արևելյան և հյուսիսային եզրերում՝ Մխչյան, Շոռաղբյուր և Եղվարդ գյուղերի մոտ՝ 2040-3230 մ խորություններում:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում ամենաշատ տարածվածություն ունեն պալեոգենի հասակի ապարները, որոնք բնորոշվում են մեծ հաստություններով, ֆացիաների բազմազանությամբ ու կտրվածքների զգալի փոփոխականությամբ:

Պալեոգենի նստվածքների շերտագրության ուսումնասիրության գործում կարևոր նշանակություն ունեն Կ.Պաֆենհոլցի, Ա.Ասլանյանի, Հ.Սարգսյանի, Ա.Վեհունու, Ս.Գրիգորյանի, Հ.Պտուղյանի, Պ.Ասլանյանի և հատկապես Ա.Գաբրիելյանի հետազոտությունները: Պալեոգենը ներկայացված է հետևյալ հարկերով՝ պալեոցեն, ստորին-միջին էոցեն, վերին էոցեն և ստորին-միջին օլիգոցեն:

Ընդհանրապես, ՀՀ տարածքում պալեոցենի նստվածքներն ունեն սահմանափակ տարածում և առավել լայնորեն տարածված են Երևան-Վեդու սինկլինորիումում, որտեղ

և հայտնի են պալեոցենի (դանիական հարկով) ամբողջական կտրվածքները: Դրանք ներկայացված են տերիգեն-կարբոնատային ֆլիշային շերտախմբով (կոտուցի շերտախումբ), որը բաղկացած է ռիթմիկ հերթագայող կրաքարերից, մերգելներից, ալևրոլիտներից, ավազաքարերից, խճաքարերից և կոնգլոմերատներից: Դեպի արևմուտք՝ Ազատ գետի միջին հոսանքում, այն խորասուզվում է և ծածկվում պալեոգենի ու նեոգենի նստվածքների հզոր ծածկոցով, որտեղ շերտախմբի հզորությունը կազմում է 700-800 մ, իսկ ահա դեպի հարավ-արևմուտք հզորությունը մեծանում է և Արարատ քաղաքի մոտ բացված հորատանցքում կազմում 1200 մ: Կոտուցի շերտախումբը բացահայտված է նաև Մխչյան, Դվին, Մասիս, Շոռաղբյուր, Հացավան գյուղերի մոտակայքում փորված հորատանցքերում: Փորձադաշտի հարավային մասում՝ Երանոսի լեռնաշղթայի հարավային լանջում, Խոսրով գետի կիրճում և Երախի լեռնաշղթայում, այն աններդաշնակ տեղադրված է վերին կավճի տարբեր հարկերի նստվածքների վրա: Պալեոցենի նստվածքներ առկա են նաև Ծաղկունյաց անտիկլինորիումի թևերում՝ Աղբյուրակ, Սոլակ, Քաղսի և Բուժական գյուղերի շրջակայքում և ներկայացված են ալևրոլիտներով, մերգելներով և ավազաքարերով, որոնք վերընթաց կտրվածքում փոխարինվում են ստորի էոցենի գրավելիթային ու ավազային կրաքարերով, ավազաքարերով, տուֆալևրոլիտներով, տուֆիտներով (մինչև 110 մ), որոնք ներդաշնակորեն ծածկվում են միջին էոցենի նստվածքահրաբեկորային ապարներով [6, 23, 41, 90]:

Երևան-Վեդու սինկլինորիումում Վեդի և Ազատ գետերի գետամիջում ստորին էոցենի նստվածքները նեղ շերտով եզրապատում են միջին էոցենի ելքերը: Ստորին էոցենի ապարները տարածում ունեն նաև Շաղափի ու Նուբարաշենի սինկլինալների թևերում, ինչպես նաև Ուրծի լեռնաշղթայի առանձին տեղամասերում, որտեղ դրանք տրանսգրեսիվորեն տեղադրված են պերմի կրաքարերի ողողամաշված մակերեսի վրա: Ամենուրեք ստորին էոցենը հանդես է գալիս կրային ավազաքարերով, ավազային ու օրգանածին կրաքարերով, որոնց հզորությունը կազմում է մինչև 70-80 մ:

Ամենամեծ հզորությունով են հանդես գալիս միջին էոցենի նստվածքները (1300 մ և ավել): Երևան-Վեդու սինկլինորիումում միջին էոցենի հրաբեկորանստվածքային ֆլիշային նստվածքները լայնորեն տարածված են Ազատ, Վեդի և Շաղափ գետերի

ավազաններում, որտեղ հայտնի են դրանց առավել լրիվ ու ֆաունայով լավ բնութագրված կտրվածքները: Ազատ գետի միջին հոսանքի ավազանում (Զովաշեն-Հացավան գյուղերի ուղղությամբ) դրանք ներկայացված են տուֆաավազաքարերով, տուֆաալրոլիտներով, տուֆիտներով, տուֆաարգիլիտներով, ավազաքարերով, կավերով, հազվադեպ՝ կրաքարերով (մինչև 1100 մ): Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքի սահմաններում միջին էոցենի տուֆանստվածքային ապարները բացահայտված են Այնթափ, Արամուս, Մխչյան, Ֆանտան գյուղերի և Արմավիր քաղաքի շրջաններում փորված հորատանցքերում: Ծաղկունյաց անտիկլինորիումի հարավային և արևելյան եզրամասերում (Բուժական գյուղի շրջանում, Հրազդան գետի աջափնյակում) միջին էոցենի կտրվածքը բաղկացած է տուֆաալրոլիտներից, տուֆաավազաքարերից, տուֆակոնգլոմերատներից, տուֆագրավելիտներից, տուֆաբեկորներից և անդեզիտների հոսքերից (400-500 մ):

Վերին էոցենի նստվածքներն Երևան-Վեդու սինկլինորիումում լայն տարածում ունեն Ազատ, Վեդի և Շաղափ գետերի ավազաններում և ներկայացված են ծովային նստվածքային ֆացիաներով, որոնք պարունակում են բրածո ֆաունայի առատ մնացորդներ: Ազատ գետի ավազանում՝ Գողթ, Հացավան, Զովաշեն գյուղերի շրջանում, վերին էոցենը հանդես է գալիս ավազակավային և մերգելային ֆիշային նստվածքներով (մոտ 700 մ): Համաձայն հորատանցքային տվյալների՝ Միջինարաքսյան իջվածքում վերին էոցենը ներկայացված է կավային և կարբոնատային նստվածքներով: Ա.Գաբրիելյանը միջին և վերին էոցենի նստվածքները միավորում է մեկ միասնական շերտախմբի մեջ (զովաշենի շերտախումբ) [6, 23, 41, 90]:

Օլիգոցենից սկսած Փոքր Կովկասի ողջ տարածքում տեղի են ունեցել խոշոր բարձրացումներ, որոնք ուղեկցվել են ծովի ետընթացով (ռեգրեսիա), սակայն վաղ-միջին օլիգոցենում Մերձարաքսյան գոտու առավել ճկված տեղամասերում ծովային նստվածքակուտակումը շարունակվել է:

Օլիգոցենի շերտագրության մշակման գործում նշանակալի դերակատարում ունեն Ա.Գաբրիելյանի, Ա.Ասլանյանի, Ն.Սահակյան-Գյոզալյանի, Հ.Սարգսյանի, Ա.Վեհունու, Ս.Գրիգորյանի, Հ.Պտուղյանի և այլոց ուսումնասիրությունները:

Փորձադաշտի տարածքում ստորին-միջին օլիգոցենի նստվածքները տարածված են Շոռաղբյուր, Ազատ, Վեդի, Շաղափ գետերի ավազանում (շոռաղբյուրի շերտախումբ) և ներկայացված են կավավազային ապարներով, խութային և այլ կրաքարերի հազվադեպ ոսպնյակներով ու ֆլիշներով (մոտ 1100 մ): Այս շերտախումբը մերկանում է Երևան քաղաքից դեպի արևելք՝ կազմելով Շոռաղբյուրի խոշոր անտիկլինալը, որը դեպի հարավ-արևմուտք խորասուզվում է և ծածկվում Արարատյան գոգավորության ավելի երիտասարդ նստվածքներով: Շոռաղբյուրի շերտախմբի ստորին մասում գերակշռում են ավազաքարերը և ալևրոլիտները, իսկ վերևի մասում՝ կավային ապարները (կարբոնատային ոսպնյակներ ու նրբաշերտեր հանդիպում են միջին և վերին մասերում): Գրեթե բոլոր կտրվածքների ավազաքարերում և կրաքարերում հանդիպում են մեծ քանակությամբ տարբեր տեսակի ֆաունայի մնացորդներ: Շոռաղբյուրի շերտախմբի նստվածքները հորատանցքերով բացահայտված են Քանաքեռ-Եղվարդի սարավանդում, Միջինարաքսյան իջվածքում, որտեղ շերտախմբի հաստությունը նվազում է:

Վերին օլիգոցեն-ստորին միոցենի մոլասային նստվածքները (հացավանի շերտախումբ) ավելի հին հասակի շերտախմբերի վրա տեղադրված են անկյունային և ազիմուտային խիստ մեծ աններդաշնակությամբ: Դրանց ժամանակակից ելքերը նեղ, ընդհատ գծով ձգվում են Միջինարաքսյան իջվածքի հյուսիսարևելյան եզրով (Մերձերևանյան շրջան, Վեդի գետի ավազան): Մերձերևանյան շրջանի մոլասային նստվածքները կազմում են Շոռաղբյուրի անտիկլինալի հյուսիսարևմտյան թևը և Հացավանի սինկլինալը: Մերկանում են նաև Ուրծի լեռնաշղթայի հարավային լանջում (Արմաշ, Սուրենավան, Երասխ, Քյարքի գյուղերի և Արարատ քաղաքի մոտ) և դեպի արևելք լայնորեն տարածվում են Նախիջևանի աղաբեր ավազանում: Հացավանի շերտախումբը ներկայացված է խայտաբղետ-կարմրավուն կոնգլոմերատներով, ավազաքարերով, ալևրոլիտներով, կավերով (մասամբ գիպսաբեր), որոնք ըստ ծագման լճացամաքային, գետաբերուկ-հեղեղաբերուկ նստվածքներ են (600-700 մ): Հացավան գյուղի շրջանում և Ջրվեժ գետի ավազանում Հացավանի շերտախումբը բաժանվում է ստորին (գերակշռում են կոնգլոմերատները և ավազաքարերը) և վերին հացավանի (գերակշռում են կավերը և ալևրոլիտները): Սուրենավան-Սադարակի և

Նախիջևանի իջվածքներում ստորին կարմրագույն շերտախումբը կազմված է տուֆաավազաքարերից, ալևրոլիտներից, կոնգլոմերատներից, տուֆակոնգլոմերատներից, տուֆաալևրոլիտներից, կրաքարերից, իսկ վերին՝ խայտաբղետ ենթաշերտախումբը՝ կրաքարերից, կավերից, հրաբխային բեկորներից: Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքում վերին օլիգոցեն-ստորին միոցենի մոլասային նստվածքները հորատանցքերով բացահայտված են Աբովյանի, Ֆանտանի, Մասիսի, Ստորին Ախուրյանի իջվածքներում, Ակնաճի, Բամբակաշատ-Կարմրաշենի բարձրացումներում [6, 23, 41, 90]:

Միջին միոցենին վերագրվում են ջրվեժի գիպսաղաբեր և հոկտեմբերյանի մոլասային շերտախմբերը, որոնք միմյանց հետ կապված են ֆացիալ փոխանցումներով: Գիպսաղաբեր շերտախմբի նստվածքները նեղ գոտով մերկանում են Երևանից արևելք՝ Ջրվեժի ձորում՝ Շոռաղբյուրի անտիկլինալի հյուսիս-արևմտյան թևում, իսկ Հոկտեմբերյանի շերտախմբի ելքեր հայտնի են Արաքսի հովտում՝ Բագարան և Երվանդաշատ գյուղերի մոտ, որտեղ կազմում են մի քանի ոչ մեծ բրախիանտիկլինալ ծալքեր: Ջրվեժի շերտախմբի նստվածքները ներդաշնակ տեղադրված են հացավանի մոլասային շերտախմբի ապարների վրա: Մասիսի, Աբովյանի և Ֆանտանի իջվածքներում հզորությունը կազմում է միջև 1400 մ և մասնատվում է ստորին (անհիդրիդային կամ անցողիկ), միջին (աղաբեր) և վերին (գիպսաբեր) ենթաշերտախմբերի, որոնք ներկայացված են համապատասխանաբար կավերով (մինչև 70 մ), քարաղի հաստ շերտերով (մինչև 45 մ) և գիպսաբեր կավերով (մինչև 80 մ): Արարատյան գոգավորության հարավարևմտյան մասում (Արմավիրի իջվածք) գիպսաղաբեր շերտախումբը ֆացիալ կերպով փոխարինվում է հոկտեմբերյանի մոլասային շերտախմբով, որը ներկայացված է ավազակավային, կավային նստվածքներով, իսկ Երևանից դեպի արևելք ֆացիալ կերպով հարում է <<սպիտակավուն>> շերտախմբին, որը բաղկացած է պեմզա-մոխրային ավազաքարերից, տուֆերից, տուֆաալևրոլիտներից, տուֆաբեկորներից, տուֆակոնգլոմերատներից: Ջրվեժի գիպսաղաբեր շերտախմբի նստվածքներում բրածո մնացորդներ չեն հայտնաբերվել, ուստի նրա հասակը որոշվել է շերտագրական դիրքի հիման վրա:

Փորձադաշտի տարածքում վերին միոցենի նստվածքները (հրազդանի շերտախումբ) տարածված են Մերձերևանյան գոտում և Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքում: Հրազդանի շերտախումբը մերկանում է Հրազդանի ձորում՝ Երևան-Արզնի տեղամասում, Մուրադթափա սարի լանջում, Զրվեժ, Ձորաղբյուր գյուղերի և Հրազդան քաղաքի շրջակայքում և հորատանցքերով բացահայտված են Քանաքեռի և Եղվարդի սարավանդներում: Ներկայացված է կավերով (տեղ-տեղ գիպսաբեր), ալևրոլիտներով, ավազաքարերով, որոնք պարունակում են մաքսրային կրաքարերի, մերգելների և այրվող թերթաքարերի ոսպնյակներ ու ենթաշերտեր (1200 մ):

Ստորին-միջին պլիոցենի ապարներն անկյունային և ազիմուտային աններդաշնակությամբ տեղադրված են մինչքեմբրի, կավճի, պալեոգենի, միոցենի ապարների տարբեր հորիզոնների վրա և ներկայացված են հրաբխածին-հեղեղաբերուկ (ողջաբերդի շերտախումբ) և հրաբխածին (ծաղկունյաց շերտախումբ) գոյացություններով, որոնք հորատանցքերով բացահայտված են Միջինարաքսյան իջվածքի հյուսիսային մասում, Արագածի հարավային լանջերում և Քանաքեռ-Եղվարդի սարավանդում՝ վերին պլիոցենյան հասակի դոլերիտային բազալտների ծածկոցի տակ: Ողջաբերդի շերտախումբը բաղկացած է տուֆակոնգլոմերատներից, տուֆաբեկորներից (առավելապես անդեզիտային կազմի), տուֆերից, տուֆավազաքարերից, տուֆալևրոլիտներից, պեմզամոխրային նստվածքներից, անդեզիտների և անդեզիտաբազալտների ներֆորմացիոն հոսքերից (200-1000 մ): Դրանք աններդաշնակորեն ծածկվում են վերին պլիոցենի և չորրորդական հասակի հրաբխածին և ցամաքային նստվածքներով [6, 23, 41, 90]:

Վերին պլիոցենը ներկայացված է հրաբխային ու լճային գոյացություններով, որոնք անկյունային աններդաշնակությամբ, գրեթե հորիզոնական դիրքով տեղադրված են ողջաբերդի ու ծաղկունյաց շերտախմբերի ողողամաշված մակերեսների վրա: Հրաբխային ապարներն ունեն առավել լայն տարածում և փորձադաշտի տարածքում կազմում են Արագածի հրաբխային զանգվածի, Գեղամա լեռնաշղթայի զգալի մասը, ինչպես նաև Քանաքեռի, Եղվարդի, Կարմրաշենի սարավանդները: Դրանց հաստությունը կազմում է մի քանի տասնյակ մետրից մինչև 1000 մ (Արագածի զանգված): Գրեթե ամենուրեք վերին պլիոցենի հրաբխածին գոյացությունների

կտրվածքն սկսվում է մուգ մոխրագույն դոլերիտային բազալտների ծածկոցով, որոնք կտրվածքով վեր փոխարինվում են բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, անդեզիտներով, այնուհետև՝ անդեզիտադաջիտներով, դաջիտներով և ռիոլիտ-դաջիտներով ու ռիոլիտներով: Սևանի ավազանում վերին պլիոցենի լճային նստվածքները Նորադուզի հրվանդանի մոտ ներկայացված են 150 մ հաստությամբ գլաքարերով, մանրակոպիճով, ավազներով, կավերով, դիատոմիտներով, չեչաքարային ավազներով, տուֆերով, հրաբխային մոխրով, տուֆաավազաքարերով և տուֆածին այլ ապարներով:

Չորրորդական նստվածքները Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում ունեն զգալի տարածում և ներկայացված են ինչպես ցամաքային-նստվածքային, այնպես էլ հրաբխային ապարներով: Ապարների ֆացիալ կազմը խիստ բազմազան է և ներկայացված է լճային, գետային, հեղեղաբերուկ, լանջային, ջրասառցադաշտային, սառցաբերուկային նստվածքներով և տարբեր կազմի լավաների ու տուֆերի ծածկոցներով ու հոսքերով: Նշված հասակի ապարների ուսումնասիրության գործում կարևոր նշանակություն ունեն Կ.Պաֆենհոլցի, Ա.Ասլանյանի, Լ.Ավագյանի, Յու.Սայադյանի, Կ.Շիրինյանի, Կ.Կարապետյանի, Վ.Ամարյանի, Է.Խարազյանի աշխատանքները:

Լճային նստվածքները լայն տարածում ունեն Արարատյան գոգավորությունում: Դրանք բավականին լավ ուսումնասիրված են բազմաթիվ հորատանցքերով, հայտնի են նաև բնական մերկացումներ Զվարթնոց-Էջմիածին ճանապարհի աջ կողմում, Փարաքար, Արտաշատ, Արևշատ, Նորաբաց, Գետաշեն գյուղերի մոտ, ուր լճային նստվածքները տեղ-տեղ տեղադրված են դոլերիտային բազալտների վրա: Ներկայացված են գլաքարերով, մանրակոպիճով, ավազներով, կավերով, որոնք ներփակում են բազալտների ու տուֆերի ներֆորմացիոն հոսքեր (մինչև 400 մ): Սևանի գոգավորությունում լճային, լճագետային և հեղեղաբերուկային նստվածքները տարածված են բացառապես հարթավայրային մասերում և իրենցից ներկայացնում են ժամանակակից և հին թաղված գետերի ստորին հոսանքների հեղեղահուններ: Նորադուզի հրվանդանում դրանք ներկայացված են գլաքարերով, ավազակավերով, տուֆաավազաքարերով, որոնք կտրվածքով դեպի վեր փոխարինվում են հրաբխային

չեչաքարամոխրային նյութով, այնուհետև՝ սև և կարմիր խարամային լավաներով, հրաբխային մոխրով, ավազներով, ավազաքարերով (նորադուզի շերտախումբ): Հաստությունը կազմում է մոտ 100 մ:

Բավական լայն տարածում ունեն հրաբխածին ապարները, որոնք հանդես են գալիս բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, անդեզիտներով, դացիտներով, դրանց տուֆերով, տուֆաբեկորներով, խարամներով, չեչաքարերով և այլն: Դրանք գրեթե տեղախախտված չեն և հորիզոնական ծածկոցի տեսքով տեղադրված են ավելի հին հասակի ապարների տարբեր հորիզոնների վրա: Փորձադաշտի տարածքում չորրորդական հասակի հրաբխաքարերից են կազմված Հայկական լեռնաշխարհի այնպիսի խոշոր ձևակառուցվածքային տարրեր, ինչպիսիք են Արագածի և Գեղամա լեռնազանգվածները: Արագածի լավային և հրաբեկորային ժայթքումները սկսվել են պլիոցենում և ընդմիջումներով շարունակվել մինչև վերին չորրորդական ժամանակը ներառյալ: Նորագույն հրաբխային գոյացությունները լայնորեն տարածված են Գեղամա վահանածև զանգվածում, որտեղ ամենաերիտասարդը հոլոցենի հասակի անդեզիտաբազալտային և անդեզիտային հոսքերն են՝ կապված Գուֆանասար, Արմաղան հրաբուխների և բազմաթիվ (ավելի քան 30) խարամային կոների հետ: Վերջիններս հարում են լեռնազանգվածի ջրբաժան մասին և միջօրեականի ուղղությամբ ունեն գծային դասավորություն [6, 22, 41]:

3.1.3. Երկրակեղևի խորքային կառուցվածքն ըստ սեյսմաբանական տվյալների

Ինչպես հայտնի է, երկրակեղևի խորքային կառուցվածքի և վերին թիկնոցի կազմության մասին պատկերացումները հիմնված են երկրաֆիզիկական տարբեր մեթոդների և հատկապես, սեյսմաբանական ուսումնասիրություններից ստացված տվյալների հիման վրա: Ընդ որում սեյսմաբանական տվյալները հենակետային են և հիմք են ծառայում ինչպես տեկտոնական կառույցների, այնպես էլ երկրակեղևի խորքային կառուցվածքին վերաբերող երկրաբանաերկրաֆիզիկական տվյալների մեկնաբանման ժամանակ:

ՀՀ տարածքի երկրակեղևի խորքային կառուցվածքի համակարգված ուսումնասիրություններ իրականացվել են, հատկապես, անցյալ դարի 70-ական թվականներին՝ «Հեմլյա» և «Չերեպախա» կայանների օգնությամբ՝ հեռավոր երկրաշարժերի փոխանակման (PS) և երկայնական ալիքների գրանցումների միջոցով, ինչը և ապահովում է ստացված տվյալների առավելագույնս հուսալիությունը: Նշված ուսումնասիրություններն իրականացվել են ՀՀ հյուսիսարևմտյան և կենտրոնական հատվածներում մի քանի երթուղիներով՝ 1400 մ և 400 մ ընդհանուր երկարության: Կատարված հետազոտությունների հիման վրա կառուցվել են ՀՀ տարածքի բյուրեղային հիմքի, Կոնրադի (K) և Մոհորովիչիչի (M) մակերևույթների, ինչպես նաև «գրանիտային» ու «բազալտային» շերտերի հզորությունների սխեմաները (Նկ. 3.1-3.3), տրվել են նաև առանձին շերտերի արագությունների բնութագրերը և բացահայտվել են բազմաթիվ խորքային բեկվածքներ [27, 54, 87, 88]:

Համաձայն այդ ուսումնասիրությունների՝ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարծքում առկա են կտրուկ ֆացիալ անցումներ, անկյունային աններդաշնակություններ և բավական մեծ թվով դիզյունկտիվ խախտումներ: Բացի այդ, պլիոցեն-չորրորդական հասակի լավային հոսքերը, որոնք ներկայացված են տուֆերով, շլակներով, բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, ստեղծում են հետերոգեն-անհոտորոպ միջավայր, որի արդյունքում կտրվածքի վերին հատվածից գրանցվող խանգարիչ ալիքների ազդեցությունը մեծանում է, ինչը և բացասաբար է ազդում ստացվող տվյալների որակի վրա: Պետք է նշել նաև, որ «Հեմլյա» և «Չերեպախա» կայաններով ստացված տվյալների համադրումը երկրակեղևի խորքային կառուցվածքի մոդելի կազմման նպատակով բավական բարդ է և կարող է բերել նույնիսկ էական տարբերությունների: Պատճառը դիտարկվող պրոֆիլների անհամաչափ բաշխվածությունն է և ստացված տվյալների՝ երբեմն էական արժեքների հասնող տարբերությունները: Ուստի կազմված սխեմաները արտացոլում են միայն բաժանման հիմնական սահմանների միջին վիճակագրական դիրքը, բայց տվյալ մասշտաբի սահմաններում ՀՀ տարածքի երկրակեղևի կառուցվածքի վերաբերյալ տալիս են բավական ամբողջական պատկեր:

Ըստ այդմ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում առանձնացվում են հետևյալ սահմանները.

1. Էոպալեոզոյան հիմքի տեղադրման խորությունը կազմում է միջինը 2-4 կմ:
2. <<Գրանիտային>> շերտի հաստությունը կազմում է միջինը 16-18 կմ:
3. <<Բազալտային>> շերտի հաստությունը կազմում է միջինը 26-28 կմ: Կոնրադի մակերևույթի տեղադրման խորությունը կազմում է միջինը 17-19 կմ:
4. Մոհորովիչիչի մակերևույթի տեղադրման խորությունը կազմում է միջինը 44-46 կմ:



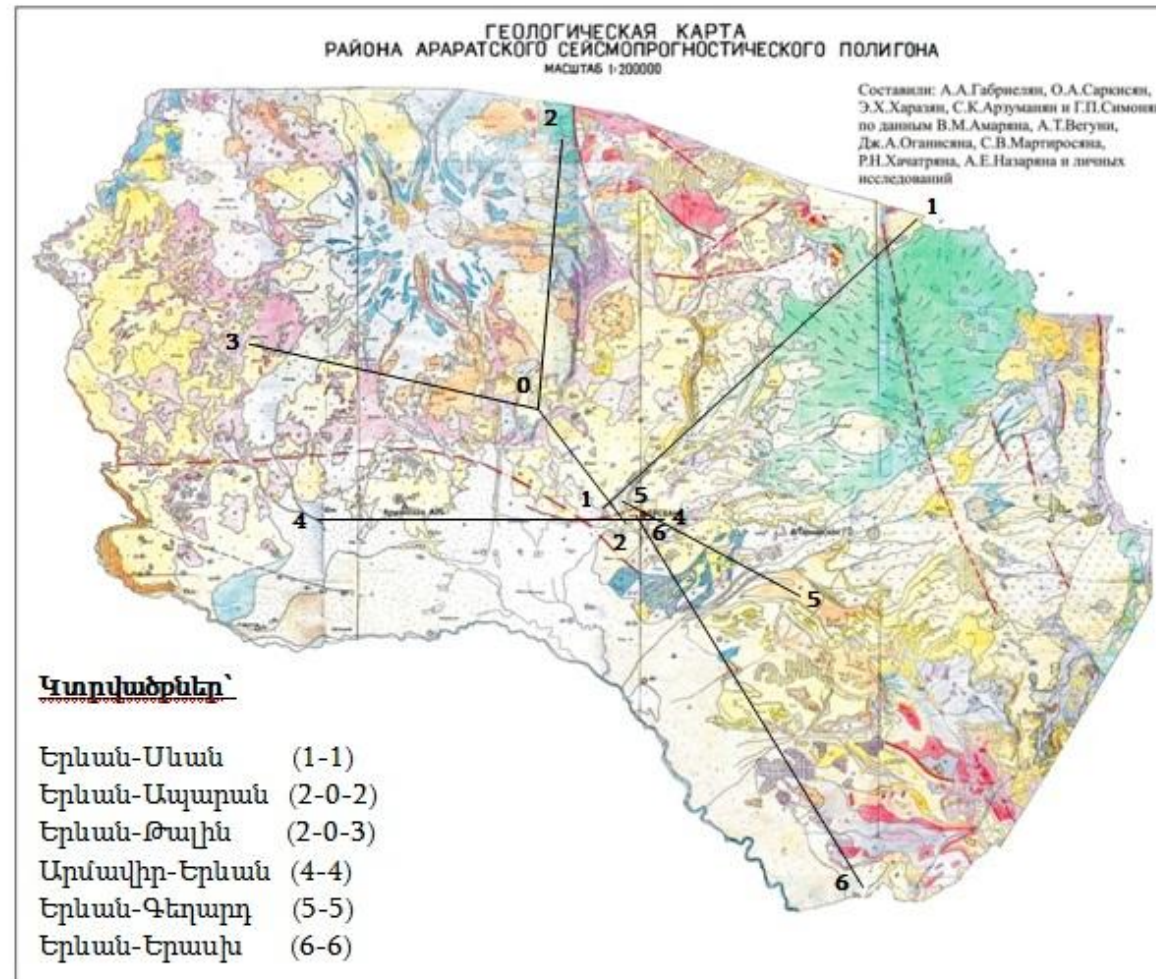
Նկար 3.1. ՀՀ տարածքի երկրակեղևի էոպալեոզոյան հիմքի մակերևույթի սխեման [27]:

3.1.4. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում փորված հորատանցքերը

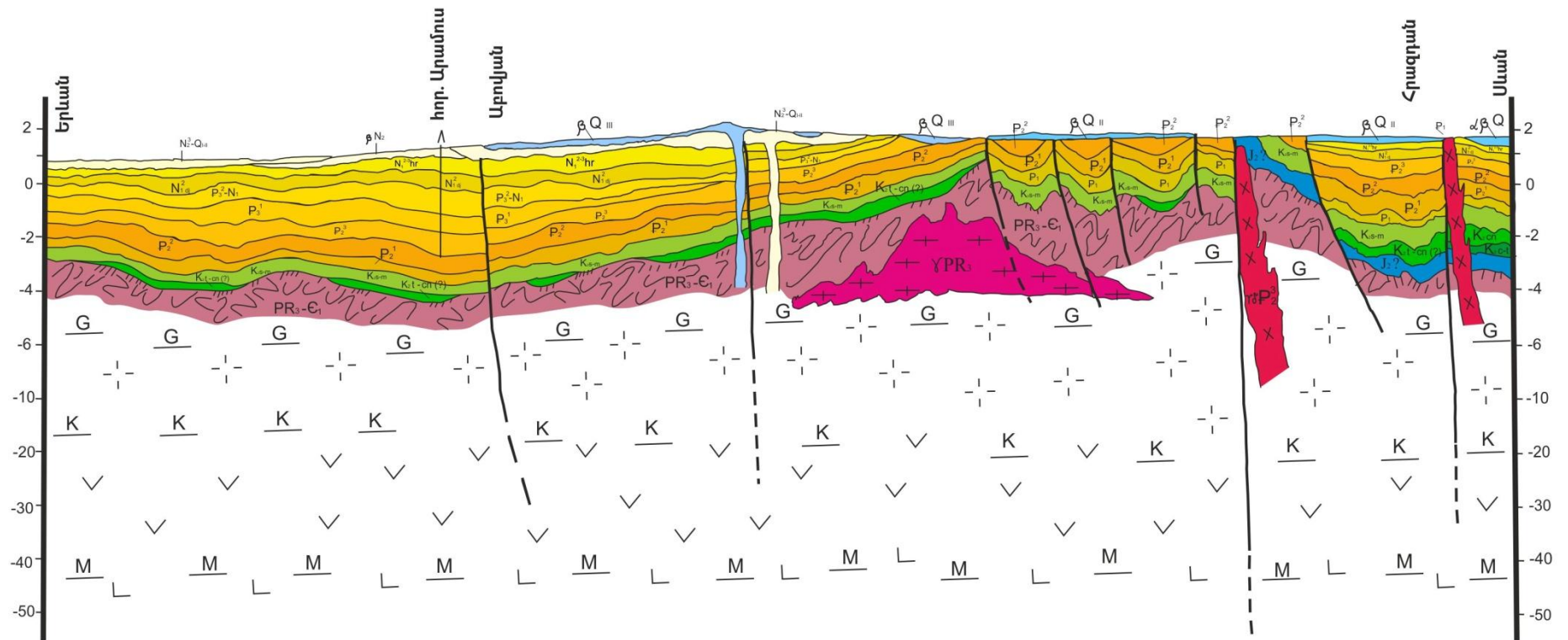
Խորքային երկրաբանական կտրվածքում կառուցվածքաշերտագրական հարկերի, դրանց անցումային հատվածների, ապարաշերտերի կազմության, հզորության, տեղադրման, ինչպես նաև ուսումնասիրվող տարածքում դրանց փոփոխման և խախտման օրինաչափությունների վերաբերյալ կարևոր տեղեկատվություն են տալիս խորքային հորատանցքերը:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում փորված են բազմաթիվ հորատանցքեր, որոնք փորվել են հիմնականում 1951-1974թթ. ընթացքում՝ նավթագազաբերության հարցերի պարզաբանման նկատառումներով: Մասնավորապես, Արմավիրի բլուկի վրա փորվել են 1 հենակետային, 11 պարամետրական և 8 որոնողական հորատանցք: Երևանյան իջվածքի (Եղվարդի և Ողջաբերդի) վրա փորվել են 1 հենակետային, 15 պարամետրական, իսկ Արաքսյան իջվածքի վրա 2 հենակետային, 8 պարամետրական և 2 որոնողական հորատանցքեր [20, 22, 74, 84]:

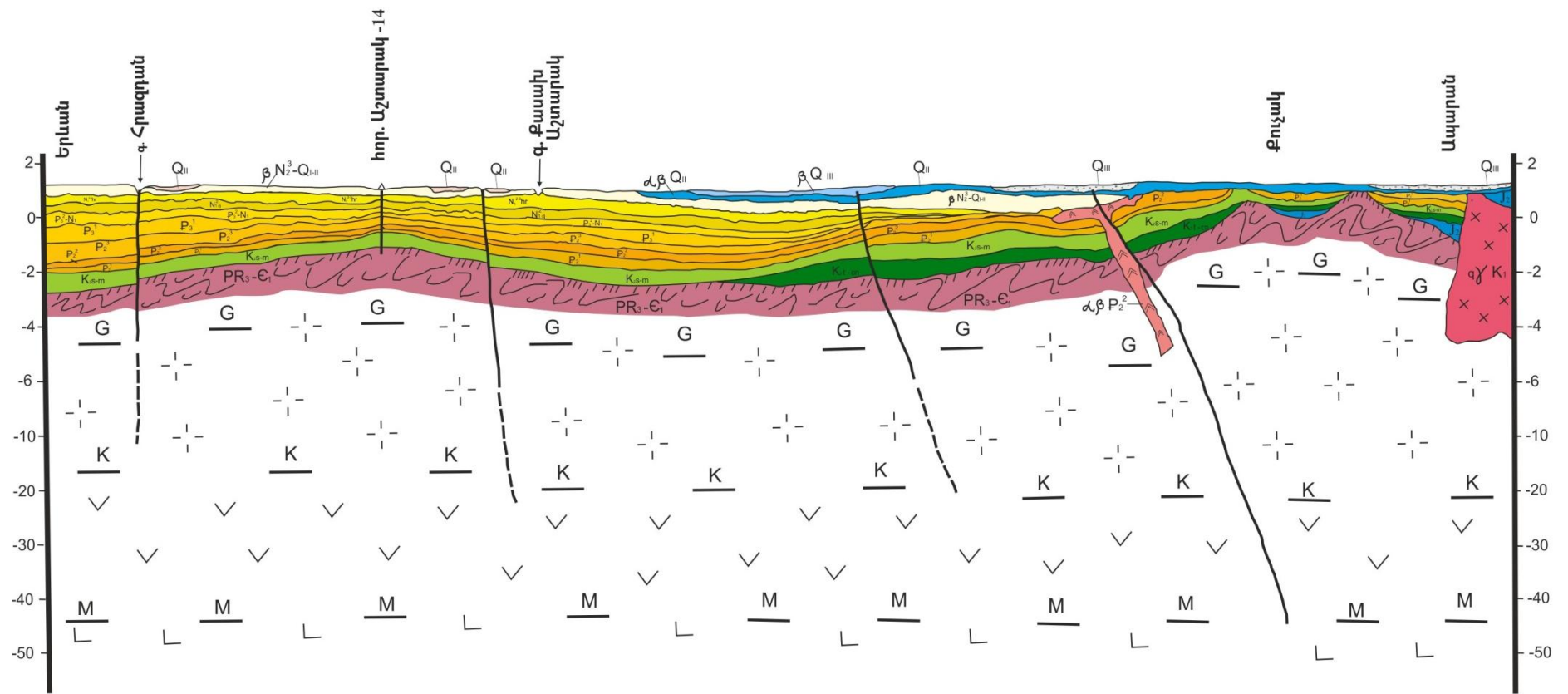
1983-1990թթ. փորձադաշտի տարածքում հորատվել են 3 պարամետրական հորատանցքեր՝ Շոռաղբյուրի (4571մ), Հոկտեմբերյանի (5000մ), Բագրավանի (4706մ): Վերջին երկուսը հատելով նստավածքային ծածկոցը, անցել են օֆիոլիթային ապարների միջով և հատել բյուրեղային հիմքը: Գառնիի երկրաֆիզիկական դիտարանի հարևանությամբ փորված են՝ Գառնի-1 (1415մ) և Ազատ-1 (3525մ), իսկ նրանցից ոչ հեռու Արամու-33 (4280մ) հորատանցքերը, որոնք հնարավորություն են ընձեռում հարակից տարածքների վերաբերյալ ունենալ ավելի ստույգ երկրաբանաերկրաֆիզիկական տվյալներ: Կարևոր նշանակություն ունի նաև Փարաքար-114 հորատանցքը, որը Թազա գյուղի հարևանությամբ 1010 մ խորության վրա հատում է պալեոզոյան հասակի բյուրեղային հիմքի ապարները:



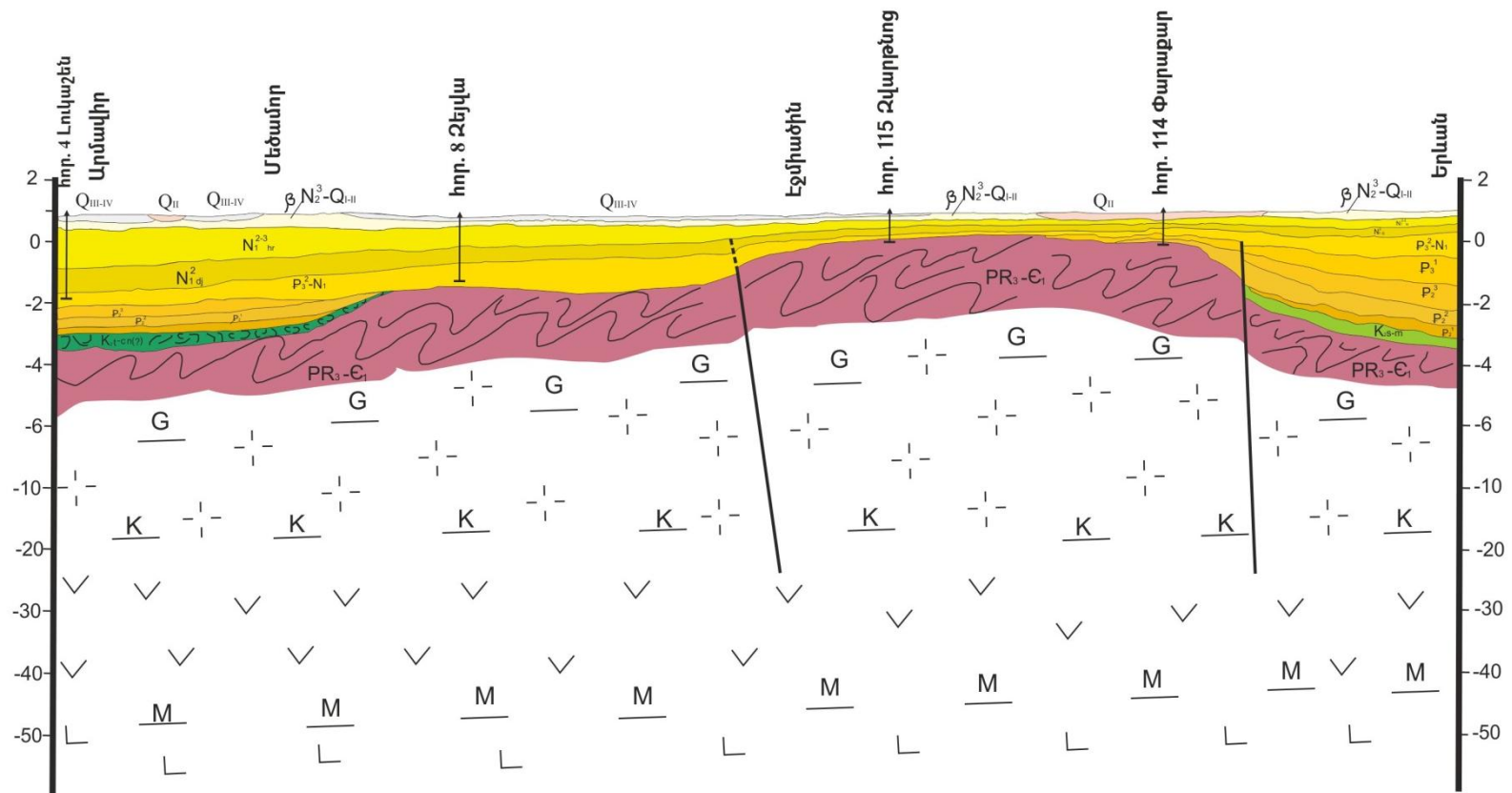
**Նկար 3.4. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի երկրաբանական քարտեզ:
Մ 1: 200 000**



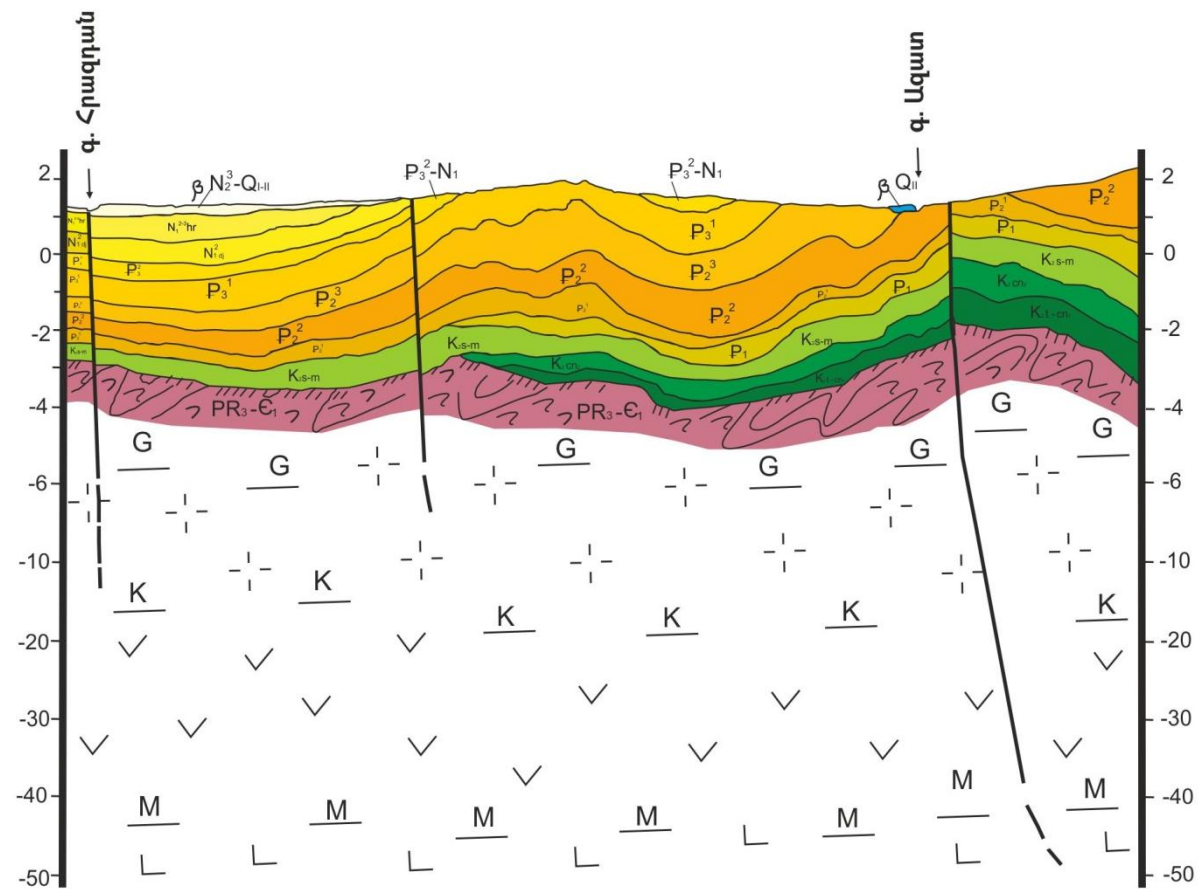
Նկար 3.5. Երկրաբանական կտրվածք Երևան-Սևան (1: 200 000 Մ) [32]



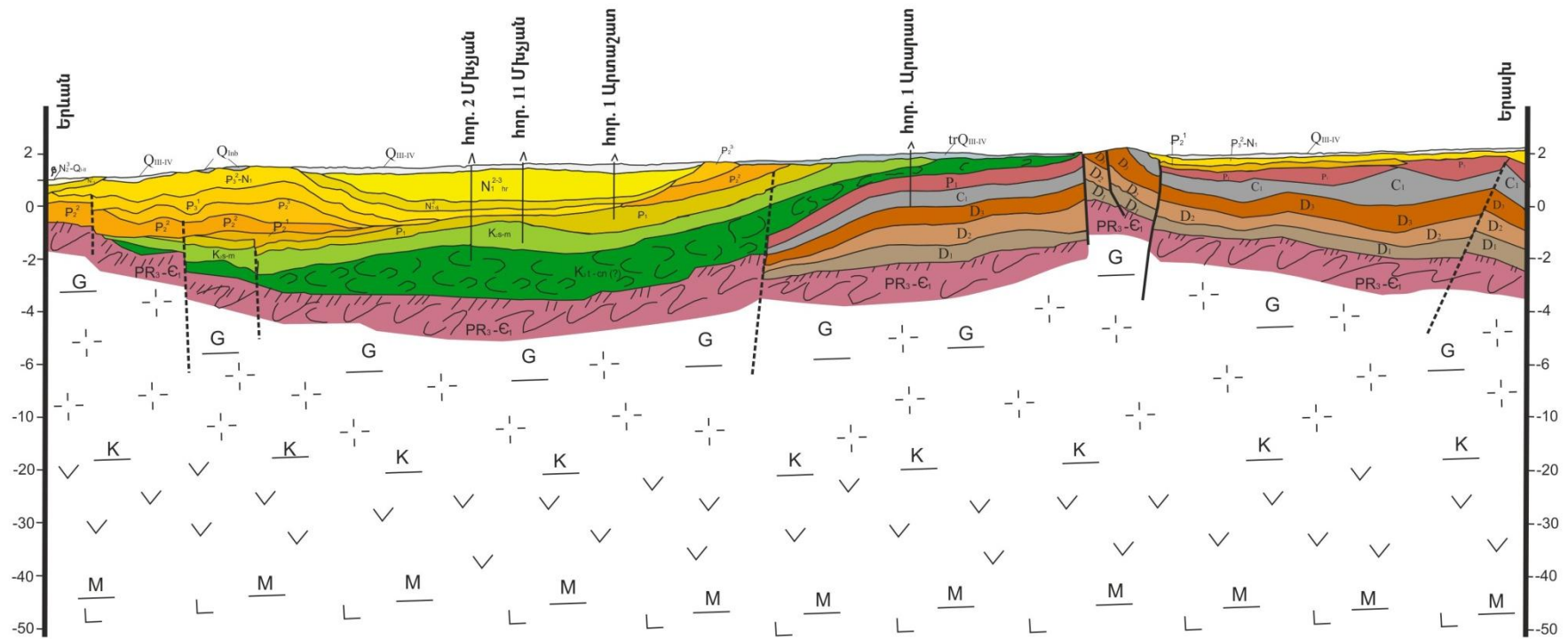
Նկար 3.6. Երկրաբանական կտրվածք Երևան-Աղաթախ (1:200 000 Մ) [32]



Նկար 3.8. Երկրաբանական կտրվածք Արմավիր-Երևան (1:200 000 Մ) [32]



Նկար 3.9. Երկրաբանական կտրվածք Երևան-Գեղարդ (1:200 000 Մ) [32]



Նկար 3.10. Երկրաբանական կտրվածք Երևան-Երասխ (1:200 000 Մ) [32]

ՊԱՅՄԱՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆՆԵՐ

$Q_{III,IV}$	Վերին չորրորդական-ժամանակակից Արաքս գետի և Նրա վտակների բերվածքային գոյացումներ Ավազներ, գլաքարեր, կավավազներ, ավազաքարեր, ավազակավեր, կավեր
$trQ_{III,IV}$	Վերին չորրորդականի-ժամանակակից կրային տուֆեր (տրավերտիտներ)
$\alpha\beta\beta Q_{III}$	Վերին չորրորդական - Անդեզիտաբազալտներ, բազալտներ (աշտարակի հոսք), խարամներ, մոխրագույն տուֆեր
Q_0	Միջին չորրորդականի հրաբեկորային իզնիմբրիտային տուֆեր, տուֆալավաներ, լճագետային կավեր, ավազներ, գլաքարեր
$\alpha\beta Q_0$	Միջին չորրորդականի գոյացումներ (վիշապասարի հոսք), անդեզիտաբազալտներ
Q_{nb}	Ստորին չորրորդականի բարձր դարավանդների նստվածքներ (նուբարաշենի)
$N_2^{1-3}Q_1$	Վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական - Ռիոլիտներ, դիոլիտ-դացիտներ, օբսիդիաններ, պեռլիտներ, պեմզաներ, անդեզիտաբազալտներ, անդեզիտադացիտներ
βN_2^3	Վերին պլիոցեն (ակչագիլ) - Դոլերիտային բազալտներ
$N_1^{1-2}vh$	Ստորին-միջին պլիոցենի հրաբխաբեկորային գոյացումներ, ողջաբերդի շերտախումբ
$N_1^{1-2}hr$	Միջին-վերին միոցեն, հրազդանի, հոկտեմբերյանի շերտախմբեր - ավազներ, կավեր, ալերոլիտներ
$N_1^{1-2}dj$	Միջին միոցենի գիպսաղաբեր ջրվեժի շերտախումբ - Գիպսի, անհիդրիդի ու քարաղի շերտերով և ենթաշերտերով ավազներ, կավեր,
P^1, N^1	Վերին օլիգոցեն-ստորին միոցեն, ելփինի հրաբխանստվածքային շերտախումբ-Պալեատիպ անդեզիտներ ազլոմերատներ, սանիդինային տրախիտներ, տրախիդացիտներ և դրանց հրաբեկորներ
P^1	Ստորին օլիգոցեն - շոռադոյուրի, շաղափի շերտախմբեր - Ավազներ, կավեր, ալերոլիտներ կորալային և նոմոլիտային կրաքարերի, տուֆաբեկորների և տուֆակոնգլոմերատների ենթաշերտերով
P_2^{1-2}	Վերին էոցեն - Ֆլիշային կավեր, ավազաքարեր, ալերոլիտներ կրաքարերի ենթաշերտերով
P_2^{1-2}	Միջին էոցենի գոյացումներ - Արգիլիտներ, ավազաքարեր, ալերոլիտներ, տուֆաավազաքարեր, տուֆիտներ խուլթային կրաքարերի և անդեզիտաբազալտային ենթաշերտերով
P_2^{1-2}	Ստորին էոցեն - Կրաքարեր, կրային ավազաքարեր և խճաքարեր, կոնգլոմերատներ, ալերոլիտներ
P_1	Պալեոցեն - Ռիթմիկ հաջորդող ֆլիշային խճաքարեր, ավազաքարեր, կրային ավազաքարեր, ալերոլիտներ, մերգելներ՝ տեղ-տեղ օլիստոստոմային հորիզոններով
K_0, S_0-m	Վերին սանտոն-մասստրիխտ - Պելիտոմորֆ և մանրահատիկ կրաքարեր, մերգելներ, կրային ալերոլիտներ, ավազաքարեր
K_0, cn	Ստորին կոնյակ - Ալերոլիտներ, ավազաքարեր, ավազային կրաքարեր, մերգելներ, կոնգլոմերատներ (հիմքում), սպիլիտներ, բազալտներ, տրախիտներ, անդեզիտներ

$K_0, c-t$	Սենոման-տուրոն - Օրգանածին, օրգանածին-բեկորային կրաքարեր, ալերոլիտներ դյուրմիտացված և մարմարացված կրաքարեր
J_1	Միջին յուրա - Սպիլիտներ, վարիոլիտներ, դիաբազներ, բազալտներ, անդեզիտաբազալտներ և դրանց հրաբեկորներ, արգիլիտներ, ալերոլիտներ, ավազաքարեր
P	Պերմ - Ջանգվածային բիտումակիր կրաքարեր ավազաքարերի և ալերոլիտների ստվարաշերտերով
C_1	Ստորին կարբոն - Կրաքարեր, քվարցիտաավազաքարեր, ավազակավային թերթաքարեր
D_1	Վերին դևոն - Կավային թերթաքարեր, կրաքարեր, քվարցիտաավազաքարեր, քվարցիտներ
D_2	Միջին դևոն - կորալային մարմարացված բիտումակիր կրաքարեր, շերտավորված ուժեղ փոփոխված մերգելներով և ավազակավային թերթաքարերով
D_3	Ստորին դևոն (?) - Սև փայլարային ֆիլիտանման գրաֆիտակիր կավային թերթաքարեր
PR_1-C_1	Վերին պրոտերոզոյ-քեմբր - Քվարց-դաշտային սպաթ-քլորիտ-սերիցիտային-մետաարկոզային ֆիլիտներ, ալբիտ-էպիդոտ-քլորիտային, քլորիտ-էպիդոտ-ակտինոլիտային պորֆիրիտիդներ, դիոլիտ-ալբիտ-կլինոքլորային ամֆիբոլիտներ, մարմարներ

Ինտրուզիվ գոյացումներ

γP_2^1	Վերին էոցենի քվարցային դիորիտներ, դիորիտներ, գաբրոդիորիդներ
γPR_1	Ուշ պրոտերոզոյան միգմատիտներ, գրանիտոիդներ, գնեյսային գրանիտներ
$\alpha\gamma K_0$	Ստորին կավճի գաբրոներ, դիաբազներ

Ենթահրաբխային էքստրուզիվ գոյացումներ

$\alpha\beta P_2^1$	Էոցենի անդեզիտաբազալտներ (շտոկեր, դայկաներ)
---------------------	---

Խզվածքային խախտումներ

	Հաստատված (a), ենթադրվող (б)
---	------------------------------

Այլ նշաններ

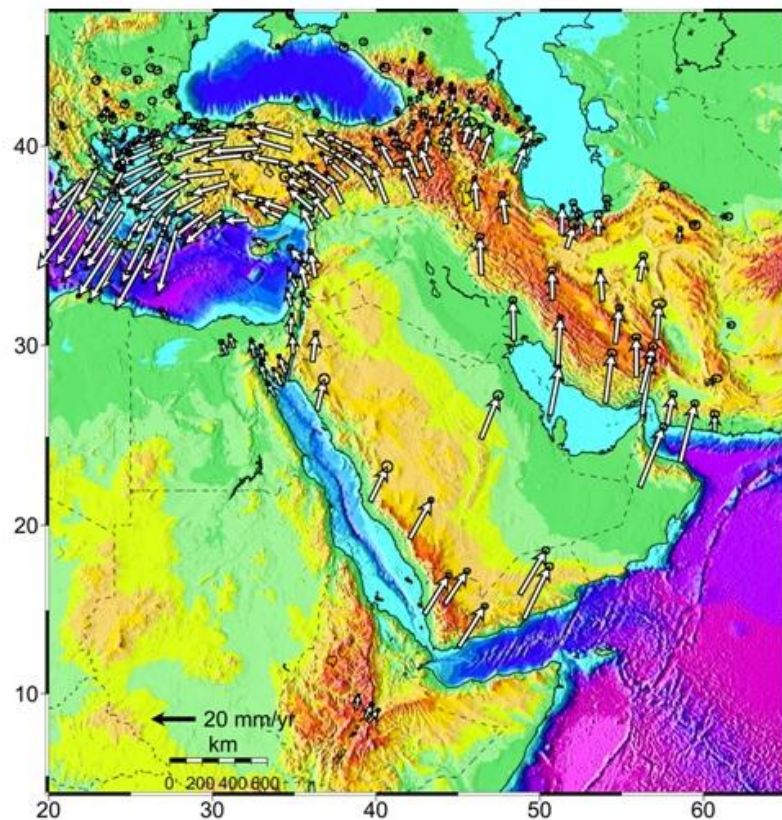
	Հորատանցքեր
---	-------------

M — Մոհորովիչի մակերևույթ K — Կոնրադի մակերևույթ G — Գրանիտային շերտի սահման

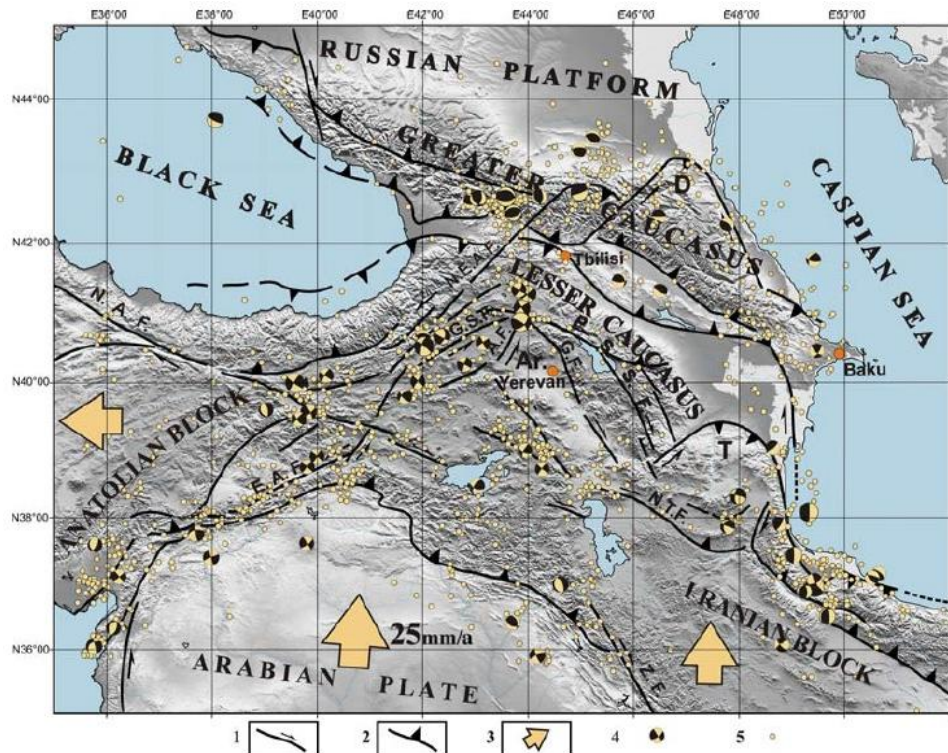
**ԳԼՈՒԽ 4. ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՏԱՐԱԾԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ ԲԱՇԽՄԱՆ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՍՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ
ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ**

4.1. Ակտիվ բեկվածքները

Հայաստանը և հարակից տարածքները գտնվում են Միջերկրածովյան սեյսմաակտիվ գոտում և բնորոշվում են բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ: Գտնվելով Արաբական և Եվրասիական տեկտոնական սալերի բախման գոտում, այստեղ անընդհատ տեղի են ունենում լարումների կուտակումներ և լիցքաթափումներ: Համաձայն Գլոբալ դիրքորոշման համակարգի (GPS) տվյալների՝ Արաբական սալը շարժվում է Եվրասիական սալի նկատմամբ դեպի հյուսիս-արևմուտք մոտ 17 մմ/տ արագությամբ, իսկ ՀՀ տարածքը՝ դեպի հյուսիս-արևելք՝ մոտ 10 մմ/տ արագությամբ [140]: Արդյունքում փոքր Կովկասը հյուսիս-հարավ ուղղությամբ ենթարկվում է սեղմման, իսկ արևելք-արևմուտք ուղղությամբ՝ ընդարձակման, որն ուղեկցվում է բեկվածքների ակտիվացմամբ և երկրաշարժերով (Նկ. 4.1 և Նկ. 2.2):



Նկ. 4.1. GPS արագությունները ՀՀ և հարակից տարածքներում՝ ֆիքսված Եվրասիական սալի նկատմամբ [140]



Նկար 4.2. Արաբական սալից դեպի հյուսիս ակտիվ տեկտոնիկան [116]: 1. Հիմնական կողաշարժերը, 2. Հիմնական վրաշարժերը, 3. Բլոկների հարաբերական շարժումները Եվրասիական սալի նկատմամբ, 4. $M_w > 4.8$ երկրաշարժերի ֆոկալ մեխանիզմները (CMT Harvard), 5. Գործիքային սեյսմիկություն $3 < M_b < 4.9$ (USGS-NEIC): Ar - Հայաստան, D - Դաղստան, T-Թալիշ, E.A.F.- Արևելյան Անադոլիական բեկվածք, N.A.F. - Հյուսիս Անադոլիական բեկվածք, P.S.S.F. - Փամբակ-Սևան-Սյունիքի բեկվածք, Z.F. - Զագրոսի բեկվածք, N.T.F. - Հյուսիս Թավրիզի բեկվածք, G.S.F. - Ժելդորեչենսկ-Սարիղամիշի բեկվածք:

ՀՀ տարածքի երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքում կարևոր նշանակություն ունեն տարբեր հասակի, տիպի, չափսերի և տարածման ուղղության տեկտոնական բեկվածքները: Երկրաբանատեկտոնական, մորֆոլոգիական, երկրաֆիզիկական, սեյսմաբանական, հեռահար և այլ ուսումնասիրությունների շնորհիվ ՀՀ տարածքում հայտնաբերվել և քարտեզագրվել են բեկվածքների բազմաթիվ խմբեր ու համակարգեր, բացահայտվել են դրանց վճռորոշ դերը երկրատեկտոնական գոտիների ձևավորման ու կողմնորոշման, մագմայականության, ներծին հանքայնացման արտահայտման ու տարածական տեղաբաշխման, սեյսմատեկտոնական պոտենցիալի, սեյսմիկ վտանգի գնահատման ժամանակ և այլն [12, 42, 43, 54, 57, 58, 63, 72, 75, 116, 117, 125, 126, 144]:

ՀՀ տարածքում բեկվածքների երկարությունները կազմում են 30-300 կմ և հիմնականում ունեն հյուսիս-արևմտյան (կովկասյան) տարածում: Հանդիպում են նաև հյուսիս-արևելյան (հակակովկասյան), միջօրեականի և զուգահեռականի ուղղության բեկվածքներ: Բեկվածքների տեղաշարժերի միջին տարեկան հորիզոնական արագությունները կազմում են մինչև 5 մմ/տարի, իսկ երկրաբանական կտրվածքում ունեն ուղղաձիգին մոտ տեղադրում:

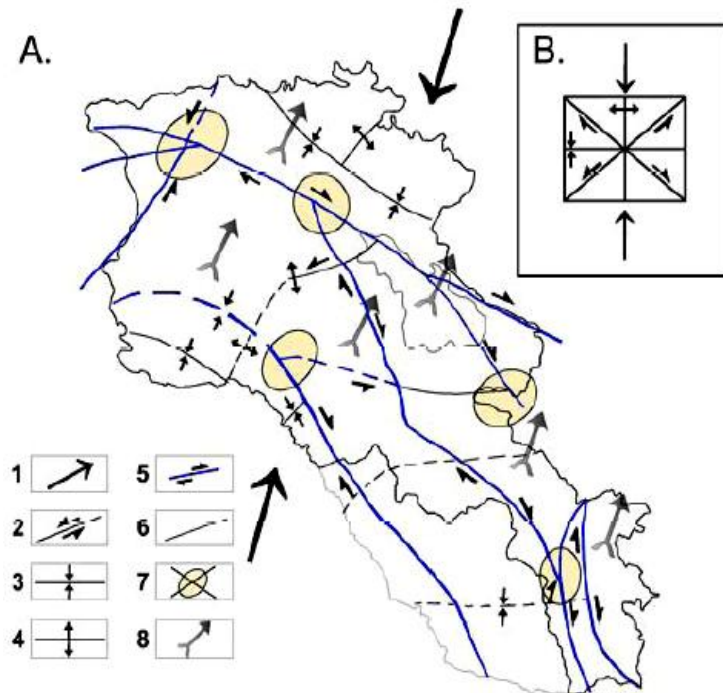
Համաձայն ՍՊԾ-ում ընդունված սեյսմատեկտոնական մոդելի՝ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում առանձնացվում են հետևյալ ակտիվ բեկվածքները, որոնց համար նշված են հիմնական պարամետրերը և սեյսմիկ ռեժիմի հիմնական բաղադրիչները [40, 117, 121, 144].

Գառնի-Ելփինի բեկվածք: Խոշոր, ակտիվ բեկվածք է, ունի հյուսիսարևմտյան տարածում: Աջակողմյան վերնետք-կողաշարժային բնույթի է և բնորոշվում է բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ: Ներկայացված է լավ արտահայտված ձևաբանակառուցվածքային՝ 50-80 մ-ից մինչև 100-120 մ բարձրության վերնետքային աստիճաններով, ինչը վկայում է ուղղահայաց ուղղությամբ զգալի ամպլիտուդայով տեղաշարժի մասին: Երկարությունը կազմում է 70-75 կմ, խորությունը՝ 50-60 կմ, անկման անկյունը՝ 70° - 90° , տեղաշարժման հորիզոնական արագությունը՝ 2.0 մմ/տարի, $M_{\max} = 7.0 \pm 0.2$:

Երևանի բեկվածք: Մակերեսային երկրաբանական կառուցվածքում թույլ է արտահայտված, քանի որ ծածկված է երիտասարդ ու ժամանակակից առաջացումների հզոր հաստվածքով: Փոխարենը լավ է արտահայտված խորքային կառուցվածքում՝ համաձայն երկրաֆիզիկական տվյալների: Ունի հյուսիսարևմտյան տարածում, տեղաշարժի տեսակը՝ վարնետքային, երկարությունը՝ 300-310 կմ, խորությունը՝ 30-50 կմ, անկման անկյունը՝ 80° - 90° , $M_{\max} = 6.0 \pm 0.2$:

Ազատ-Սևանի բեկվածք: Մակերեսային երկրաբանական կառուցվածքում թաղված բնույթի է, ունի հարավարևմտյան տարածում, երկարությունը՝ 80-90 կմ, խորությունը՝ 16-20 կմ, անկման անկյունը՝ 80° - 90° , տեղաշարժման հորիզոնական արագությունը՝ 1.7 մմ/տարի, $M_{\max} = 6.0 \pm 0.2$:

Արաքսի բեկվածք: Մակերեսային երկրաբանական կառուցվածքում լավ է արտահայտված, ունի արևմտյան տարածում, տեղաշարժի տեսակը աջակողմյան վարնետք-կողաշարժային բնույթի է, երկարությունը՝ 140-150 կմ, անկման անկյունը՝ 75° - 90° , $M_{\max} = 6.0 \pm 0.2$:



Նկար 4.3. ՀՀ տարածքի երկրակեղևի բլոկային կառուցվածքը և հյուսիս-հյուսիս-արևելյան սեղմման լարումների դեպքում փաստացի ու հավանական ակտիվացող տեկտոնական տարրերը՝ բլոկները, բեկվածքները, բեկվածքային հանգույցները (A) [73]: Միառանցք սեղմման դեպքում տարբեր ազիմուտի բեկվածքների հնարավոր տեղաշարժերի սխեման (ըստ Վ.Բուրպմանի) (B):

1. Տարածաշրջանային տեկտոնական սեղմման լարումների ուղղությունն ըստ GPS տվյալների, 2. Բեկվածքներով հորիզոնական տեղաշարժերի ուղղությունները, 3. Սեղմման գոտիներ, 4. Ընդարձակման գոտիներ, 5. Ակտիվ բեկվածքներ, 6. Ցածր ակտիվությամբ բեկվածքներ, 7. Ակտիվ բեկվածքային հանգույցներ, 8. Բլոկների շարժման ուղղությունները համաձայն GPS տվյալների:

Նկ. 4.3 - ում ներկայացված են ՀՀ տարածքում ակտիվ բեկվածքները (գծիկներով՝ ենթադրվող) և դրանցով բլոկների հավանական տեղաշարժերի ուղղությունները, նշված են նաև բեկվածքների սեղմման և ընդարձակման գոտիները: Առանձնացված են նաև բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ բնորոշվող բեկվածքային հանգույցները և

առանձին սլաքներով ցույց են տրված բլոկների հորիզոնական տեղաշարժման ուղղությունները [73]:

Նկ. 4.3B -ում բերված սխեմայի համաձայն՝ միառանցք սեղմման դեպքում սեղմման առանցքի նկատմամբ թեք ազիմուտով տեղակայված բեկվածքներով հավանական են աջակողմյան և ձախակողմյան տեղաշարժեր, իսկ ահա սեղմման առանցքի և սեղմման առանցքին ուղղահայաց ուղղություններով՝ համապատասխանաբար բեկվածքների գոտու ընդարձակում և սեղմում:

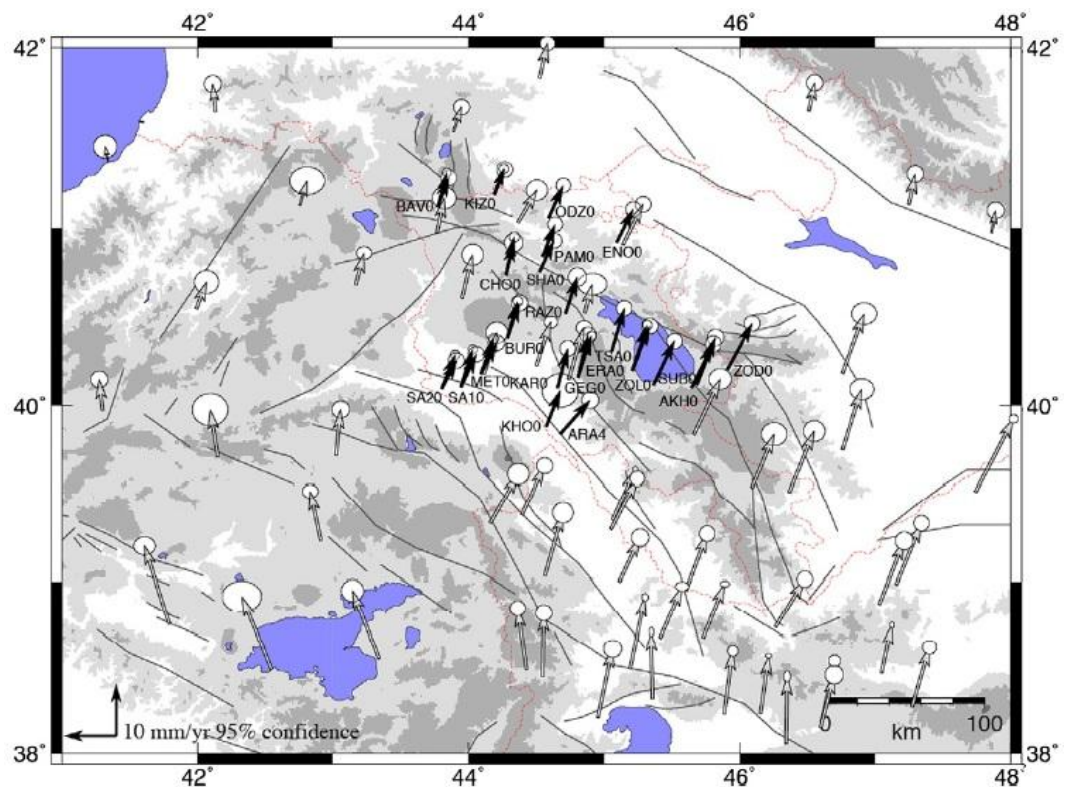
Ընդհանուր առմամբ կարող ենք ասել, որ ինչպես Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում, այնպես էլ ՀՀ տարածքում գերակշռում են սեղմման լարումները, որոնց առանցքներն ունեն մերձմիջօրեական ուղղություն, իսկ ընդարձակման առանցքները՝ մերձլայնակի ուղղություն:

Հյուսիս-հարավ ուղղությամբ ազդող տեկտոնական լարումների դեպքում հավանական են հյուսիսարևելյան և հյուսիսարևմտյան ուղղություններով տեղակայված բեկվածքների ակտիվացում: Բեկվածքների գերակշռող տիպը վերնետք-կողաշարժային է, որի ակտիվացման դեպքում հավանական են բլոկների տեղաշարժերի ուղղաձիգ և հորիզոնական ուղղությունները՝ վրաշարժի ամպլիտուդի գերակայությամբ:

4.2. Բլոկների հորիզոնական տեղաշարժման բնութագրերն ըստ GPS տվյալների

ՀՀ տարածքում երկրակեղևի ժամանակակից դեֆորմացիաների արագությունները գնահատելու նպատակով GPS դիտարկումներ իրականացվել են սկսած 1991թ.-ից: 1996-2010թթ. Երևանում գործել է նաև անընդհատ գրանցող NSSP կայանը, իսկ 1998թ. սկսած՝ ակտիվ բեկվածքային գոտիներում GPS դիտարկումներ են կատարվում նաև ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական ինստիտուտի, Մոնպելյե-2 համալսարանի (Ֆրանսիա) և <<Գեոդիսկ>> գիտահետազոտական ընկերության կողմից: 31 GPS կետերից բաղկացած ցանցն ընդգրկում է ՀՀ հյուսիսային և կենտրոնական մասերը

(150 կմ հյուսիս-հարավ լայնությամբ և 180 կմ արևելք-արևմուտք երկարությամբ տարածք), որը ներառում է նաև Հյուսիսհայկական աղեղի կենտրոնական մասը: Վերջինս սահմանափակված է մի շարք ակտիվ բեկվածքներով, որոնցից հիմնական են հանդիսանում Փամբակ-Սևան-Սյունիքի (PSSF), Գառնիի (GF), Ժելտորեչենսկ-Սարիղամիշի (ZSF), Ախուրյանի (AKHF), Սարդարապատի (SF) և Ակերայի կողաշարժային բեկվածքները:

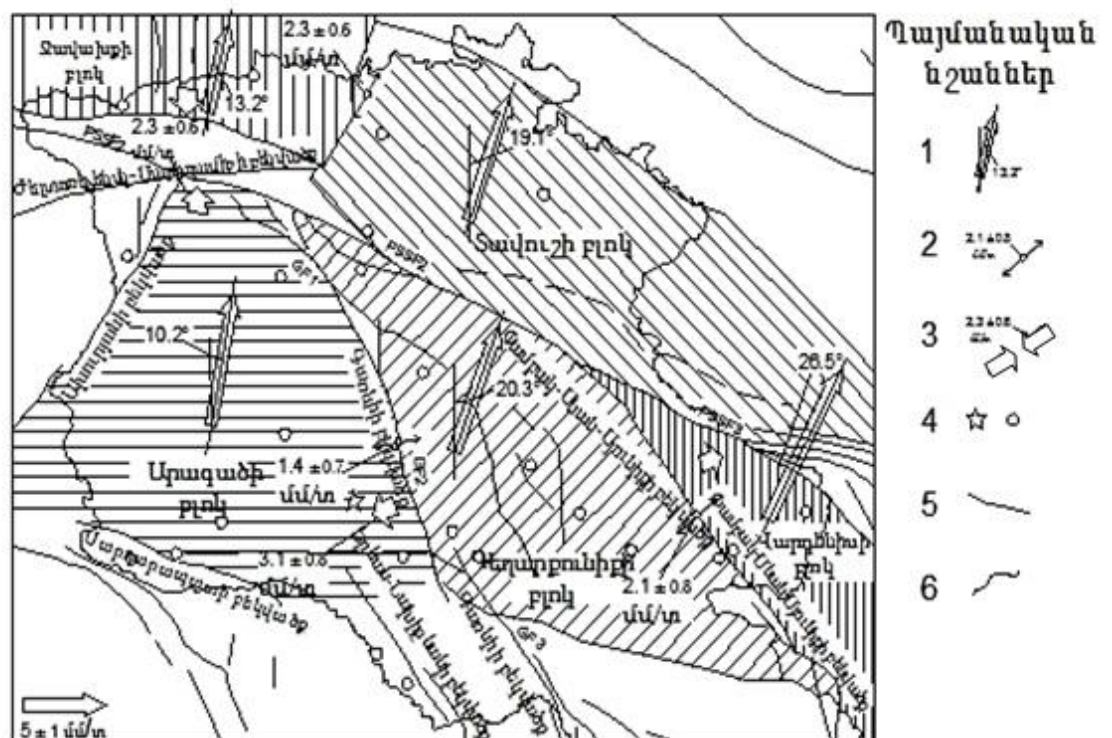


Նկար 4.4. ՀՀ և հարակից տարածքներում GPS դիտարկման կետերի շարժման ուղղությունները և արագությունները՝ ֆիքսված Եվրասիական սալի նկատմամբ [126]:

Չափումներն իրականացվել են 1998թ., 2000թ., 2003թ. և 2009թ.՝ Chock Ring տիպի Ashtech ավեհավաքներով հագեցած երկհաճախական Ashtech Z12 և Ashtech ZX գեոդեզիական GPS ընդունիչներով: Ընդ որում BAV0, BUR0, CHO0, ERA0, GEG0, KIZ0, MET0, SA10 և SA20 կետերն ուսումնասիրվել են 1998թ., 2000թ., 2003թ. և 2009թ.; AKH0, ENO0, KAR0, ODZ0, PAM0, RAZ0, SHA0, SUB0, TSA0, ZOD0 և ZOLO կետերն՝ 1998թ., 2000թ. և 2003թ., իսկ KHO0 կետը՝ 1998թ. և 2000թ. (Նկ. 4.4) [123, 126]:

GPS դիտարկումներից ստացված տվյալները մեկնաբանելու համար հեղինակներն օգտագործում են հետևյալ երկու մոդելները.

1. ՀՀ տարածքը բաժանված է մի շարք կոշտ, չդեֆորմացվող բլոկների, որոնք շարժվում են մեկը մյուսի նկատմամբ՝ Արաբական սալի հյուսիսային դրեյֆի հետևանքով: GPS տվյալների վերլուծությունն այս տեսանկյունից թույլ է տալիս ՀՀ տարածքում առանձնացնել ակտիվ բեկվածքներով կամ դրանց սեգմենտներով սահմանափակված տարածքներ (միկրոբլոկներ), մասնավորապես՝ Արագածի, Գեղարքունիքի, Վարդենիսի, Զավախքի և Տավուշի, որոնց շարժման արագությունների վեկտորներն ունեն մոտավորապես նույն ուղղությունը (Նկ. 3.5): Ընդ որում, Արագածի և Զավախքի բլոկների միջև առկա է սեղմման դեֆորմացիա՝ $2,3 \pm 0.6$ մմ/տ արագությամբ և 3.3° ազիմուտով, իսկ մնացած բլոկների միջև՝ ձգման, մասնավորապես $2,1 \pm 0.6$ մմ/տ (32.7°)՝ Զավախքի և Տավուշի բլոկների միջև, $1,4 \pm 0.7$ մմ/տ (78.9°)՝ Արագածի և Գեղարքունիքի բլոկների միջև, $2,1 \pm 0.8$ մմ/տ (50.0°)՝ Գեղարքունիքի և Վարդենիսի բլոկների միջև և $3,1 \pm 0.8$ մմ/տ (69.7°)՝ Արագածի և Վարդենիսի բլոկների միջև (Նկ. 4.5) [123]:



Նկար 4.5. ՀՀ հյուսիսային և կենտրոնական հատվածների կոշտ, չդեֆորմացվող բլոկները և դրանց դինամիկան [123]: 1. Բլոկների շարժման միջին արագությունը և ազիմուտը, 2. Բլոկների սահմաններում դեֆորմացիաների ուղղությունը և արագությունը, 3. Հարաբերական շարժումը և արագությունը բլոկների միջև, 4. GPS դիտարկման կետերը, 5. Ակտիվ բեկվածքներ, 6. ՀՀ պեդակական սահման:

Տվյալ մոդելը հիմնված է այն ենթադրության վրա, որ բլոկների ներսում դեֆորմացիաները բացակայում են և դրանք ամբողջովին տեղաբաշխվում են միայն բլոկների սահմաններում: Իհարկե այս մոտեցումն այնքան էլ չի համապատասխանում սեյսմատեկտոնական և երկրադինամիկական տվյալների հետ, քանի որ նշված բլոկների ներսում նորագույն հրաբխականության խոշոր գոտիների, ինչպես նաև ոչ խոշոր բեկվածքների և դրանց ակտիվությամբ պայմանավորված թույլ և միջին ուժի ($M=1.5-4.5$) երկրաշարժերի առկայությունը վկայում են բլոկների ներսում սեղմման և ընդարձակման գոտիների առկայության մասին:

2. Երկրորդ մոդելի համաձայն՝ Արաբական սալի հյուսիսային դրեյֆի հետևանքով ՀՀ տարածքի ակտիվ բեկվածքներով տեղի են ունենում տեղաշարժեր, իսկ դրանցով սահմանափակված տարածքներն ենթարկվում են դեֆորմացման, որի բնույթը և մեծությունը կարող են փոփոխվել տարածության և ժամանակի մեջ:

Ակտիվ բեկվածքային գոտիներում դեֆորմացիաների ուղղություններն ու արագություններն որոշելու համար կիրառվել է կայանների ֆիքսման մեթոդը, որի դեպքում որոշվում են բեկվածքի մի կողմում գտնվող կայանների արագության վեկտորները՝ բեկվածքի հակառակ թևում գտնվող ֆիքսված կայանի նկատմամբ: Տվյալների վերլուծությունը կատարվել է կայանների տեղաշարժման արագությունների հիման վրա, որոնք որոշվել են ITRF2000 (International Terrestrial Reference Fram)-ում:

ՀՀ տարածքում GPS դիտարկումների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ արևմուտքից արևելք ուղղությամբ տեղի է ունենում դեֆորմացիայի դաշտի ազիմուտի օրինաչափ փոփոխում հյուսիս-հյուսիս արևելքից դեպի արևելք-հյուսիս արևելք (Նկ. 5.16): Դա կարող է կապված լինել ՀՀ կենտրոնական հատվածում Գառնիի և Փամբակ-Սևանի ակտիվ բեկվածքների միջև առկա ընդարձակման գոտու հետ [123]:

Ձգման դեֆորմացիաներ դիտվում են նաև Սարդարապատի բեկվածքային գոտում, իսկ ահա Արագածի բլրկի ներսում, որը սահմանափակված է Գառնիի, Ախուրյանի և Սարդարապատի ակտիվ բեկվածքներով՝ հյուսիս-հարավ ուղղությամբ առկա է ընդարձակման և սեղմման գոտիների հերթափոխություն: Մասնավորապես Սարդարապատի բեկվածքային գոտում դիտվում է ընդարձակում՝ $2,7 \pm 0,9$ մմ/տ արագությամբ, SA10 և METO կայանների միջև՝ սեղմում՝ $2,7 \pm 0,9$ մմ/տ արագությամբ,

CHOO և BUR0-METO կայանների միջև՝ ձգման դեֆորմացիա՝ $3,1 \pm 0,6$ մմ/տ արագությամբ, իսկ ավելի վերև՝ CHOO և BAV0-KIZO կայանների միջև դիտվում է սեղմման դեֆորմացիա՝ $4,0 \pm 0,6$ մմ/տ արագությամբ:

Ստացված տվյալների վերլուծությունը թույլ է տալիս ենթադրել, որ Գառնիի բեկվածքի տարբեր սեգմենտներ բնութագրվում են տարբեր կինեմատիկայով: Մասնավորապես, GF1 սեգմենտը բնորոշվում է աջակողմյան կողաշարժով՝ $3,0 \pm 0,6$ մմ/տ արագությամբ, GF2 սեգմենտը՝ աջակողմյան կողաշարժով՝ $2,9 \pm 1$ մմ/տ արագությամբ և $1,7 \pm 1$ մմ/տ սեղմման բաղադրիչով, իսկ GF2 և GF3 սեգմենտների անցումային հատվածում դիտվում է ընդարձակում՝ $1,4 \pm 0,8$ մմ/տ արագությամբ [123]:

Երևանի գեոդինամիկական պոլիգոնում 2008-2010թթ. կատարված գեոդեզիական ուսումնասիրությունները ևս փաստում են, որ Գառնիի բեկվածքային գոտում տեղի է ունենում կետերի շարժ դեպի արևելք, իսկ ընդհանուր առմամբ հենակետերի պլանային դիրքը ստացված տվյալների համաձայն՝ նշված ժամանակահատվածում փոխվել է դեպի հարավ-արևելք մինչև 13 մմ չափով [5]:

Երևան-Նախիջևանի բեկվածքի հյուսիսային սեգմենտի կինեմատիկական գնահատվում է որպես աջակողմյան կողաշարժ՝ $1,8 \pm 1,2$ մմ/տ արագությամբ և $3,5 \pm 1,2$ մմ/տ սեղմման բաղադրիչով:

Փամբակ-Սևան-Սյունիք բեկվածքի Արտանիշ-Ծղուկի սեգմենտում դիտվում է աջակողմյան կողաշարժ $1,2 \pm 0,9$ մմ/տ արագությամբ և $2,5 \pm 0,9$ մմ/տ ձգման բաղադրիչով:

Արագածի և Վարդենիսի բլուկների միջև տեղի է ունենում ընդարձակում՝ $2,4 \pm 0,9$ մմ/տ արագությամբ և $2,0 \pm 0,9$ մմ/տ կողաշարժով, իսկ Գառնիի և Փամբակ-Սևան-Սյունիքի ակտիվ բեկվածքներով սահմանափակված տարածքում, որտեղ առկա են նաև ոչ խոշոր բեկվածքներ, դիտվում է ձգման դեֆորմացիա՝ $1,5 \pm 0,8$ մմ/տ արագությամբ:

CHOO կայանի և Տավուշի բլուկի միջև դիտվում է կողաշարժ՝ $2,4 \pm 0,6$ մմ/տ արագությամբ և $1,2 \pm 0,6$ մմ/տ սեղմման բաղադրիչով, իսկ դրանց միջև ընդգրկված տարածքը՝ սահմանափակված Գառնիի և Փամբակ-Սևան-Սյունիքի բեկվածքներով, հրվում է դեպի հարավ՝ $0,7 \pm 0,6$ մմ/տ արագությամբ [123]:

Այսպիսով՝ GPS դիտարկումների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ՀՀ կենտրոնական և հյուսիսային տարածքներում դեֆորմացիաներ դիտվում են ոչ միայն բեկվածքների երկայնքով, այլ նաև դրանցով սահմանափակված տարածքների (բլոկների) ներսում:

4.3. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի տարածաժամանակային վերլուծություն

Արարատյան սեյսմափորձադաշտը հանդիսանում է ՀՀ տարածքի համեմատաբար բարձր սեյսմաակտիվ տարածքներից մեկը: Երկրաշարժերի վերաբերյալ պատմական և վիճակագրական տվյալները փաստում են, որ այս տարածքում տեղի են ունեցել բազմաթիվ երկրաշարժեր (այդ թվում նաև ավերիչ), որոնցից կարելի է առանձնացնել Երևանի (1910, 1913, 1916, 1925, 1937, 1949, 1973, 1976, 1978, 1984, 1989, 1997, 2005, 2007 թթ.), Դվինի (851, 858, 863, 869, 893, 1992, 1996 թթ.), Գառնիի (1679, 1991, 1994, 2008, 2009, 2010 թթ.), Արարատի (1840թ.), Վեդի-Ուրցաձորի (1979, 1980, 1983 թթ.) երկրաշարժերը և այլն [7, 59]:

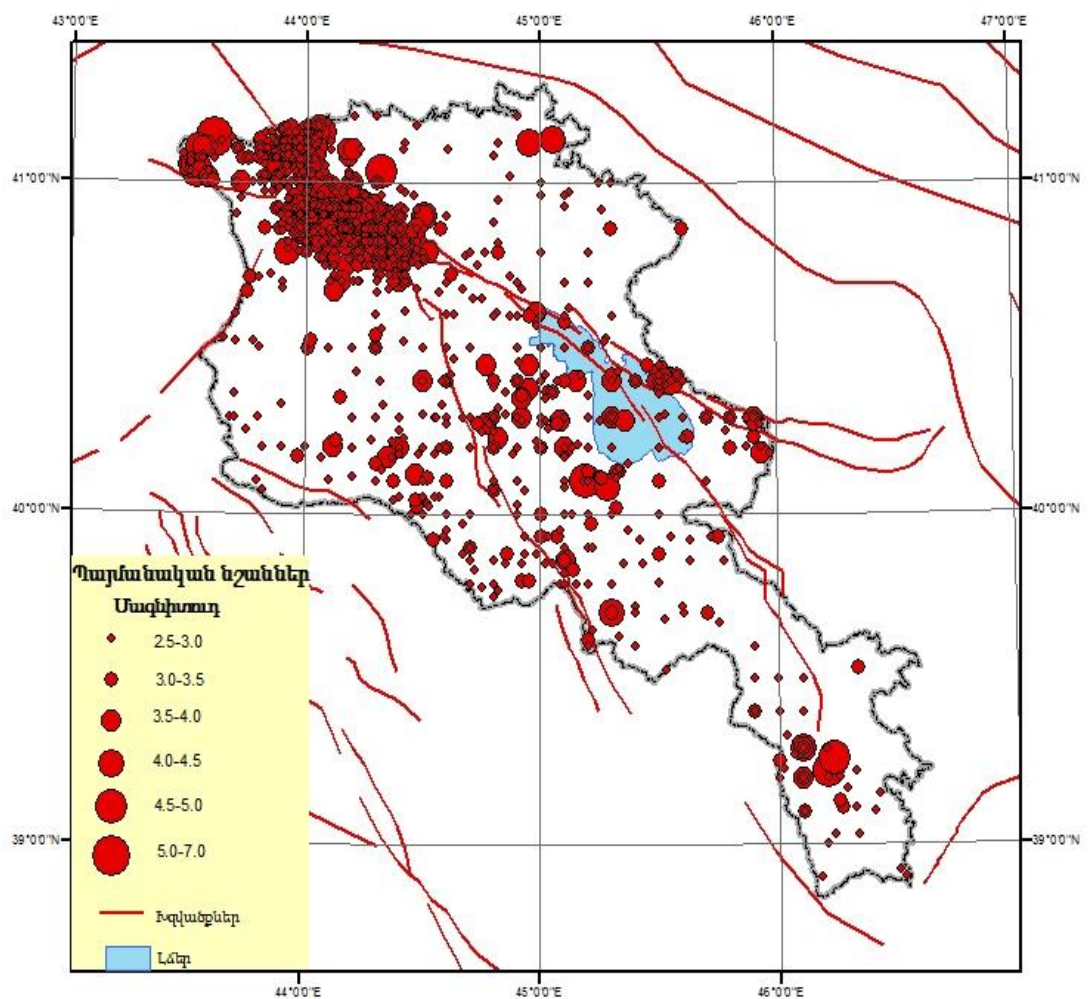
Ինչպես երևում է ՀՀ տարածքի $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխման քարտեզից, 1962-2012 թթ. ընթացքում միջին ուժի և ուժեղ երկրաշարժերը առավելապես տեղի են ունեցել ՀՀ հյուսիսային և կենտրոնական հատվածներում (Նկ. 4.6):

Ընդհանուր առմամբ ՀՀ տարածքը բնորոշվում է հետևյալ առանձնահատկություններով [2, 43, 54, 58, 73, 116, 117].

1. Երկրաշարժերի էպիկենտրոնները տեղակայված են հիմնականում խորքային բեկվածքների երկայնքով և տեկտոնական գոտիների սահմաններին մոտ:
2. Լարվածության դաշտը կտրուկ անհամասեռ է:
3. Երկրաշարժերի օջախները տեղակայված են հիմնականում 5-20 կմ խորություններում, միմյանցից տարբեր ապարների կոնտակտային

հատվածներում, ինչպես նաև բյուրեղային հիմքի ռելիեֆի և Մոհորովիչիչի մակերևույթի կտրուկ փոփոխության ենթարկված գոտիներում:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրաշարժերի տարածաժամանակային առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունը և վերլուծությունը կատարվել է 1962-2012 թթ. $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի հիման վրա, որի համար օգտագործվել է ՀՀ ԱԻՆ ՍՊԾ երկրաշարժերի կատալոգը ($M_c = 2.5$ հանդիսանում է ներկայացուցչական մագնիտուդ երկրաշարժերի կատալոգի գործիքային ժամանակահատվածի համար) [59]: Ուսումնասիրության համար դիտարկվել է Երևանից 70 կմ շառավղով տեղակայված տարածքը (Նկ. 4.7): Երկրաշարժերի տարածաժամանակային վերլուծությունը կատարվել է նորագույն համակարգչային տեխնոլոգիաների հիման վրա (GIS (ԱՏՀ) և ZMAP):



Նկար 4.6. ՀՀ տարածքում 1962-2012թթ. $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի էպիկենտրոնների [2] և ակտիվ բեկվածքների քարտեզ [126]:

Երկրաշարժերի մագնիտուդ-ժամանակային բաշխման գրաֆիկից (Նկ. 4.8) և ըստ տարիների ու մագնիտուդի քանակական բաշխման հիստոգրամներից (Նկ. 4.9 և Նկ. 4.10) կարելի է եզրակացնել, որ ուսումնասիրվող տարածքում սեյսմիկ ակտիվությունը գտնվում է քանակական ֆոնի սահմաններում, դիտվում է նաև սեյսմիկ ակտիվության աճ սկսած 2007թ.-ից: Ակնհայտ է նաև, որ 1962-2012 թթ. ընթացքում գերակշռող թիվ են կազմում թույլ ($2.5 \leq M \leq 3.5$) երկրաշարժերը, մասնավորապես $2.5 \leq M \leq 3.5$ երկրաշարժերի քանակը կազմել է 380, իսկ $M \geq 3.5$ երկրաշարժերինը՝ 41 [2]:

Նկ. 4.11-ից և Նկ. 4.12-ից ակնհայտ է, որ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012թթ. տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի հիպոկենտրոնների խորությունները մեծամասամբ գտնվում են մինչև 10 կմ սահմաններում:

Համաձայն Գուտենբերգ-Ռիխտերի տեսության՝ ցանկացած տարածաշրջանի երկրաշարժերի կրկնելիության հաճախությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$\lg N = a - bM,$$

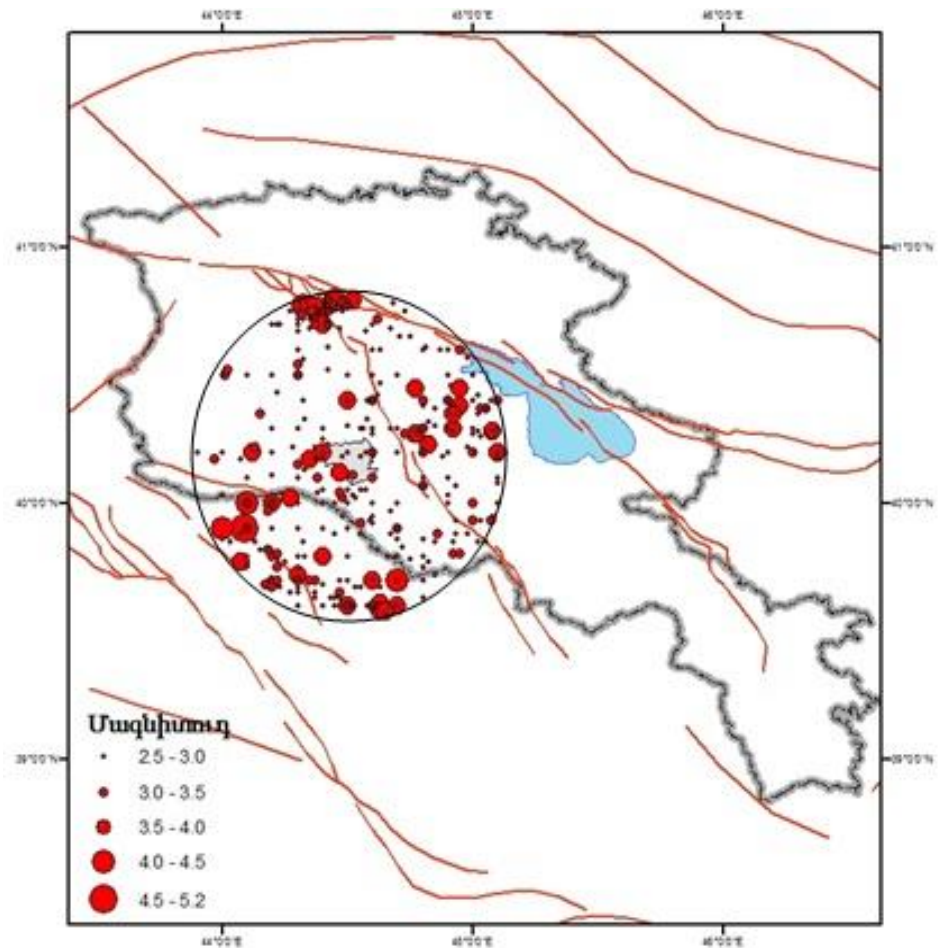
որտեղ N -ը M մագնիտուդով երկրաշարժերի քանակն է, իսկ a -ն և b -ն հաստատուններ են:

a հաստատունի մեծությունը կախված է դիտարկումների երկարատևությունից, հետազոտվող շրջանի մակերեսից և սեյսմիկ ակտիվության մակարդակից:

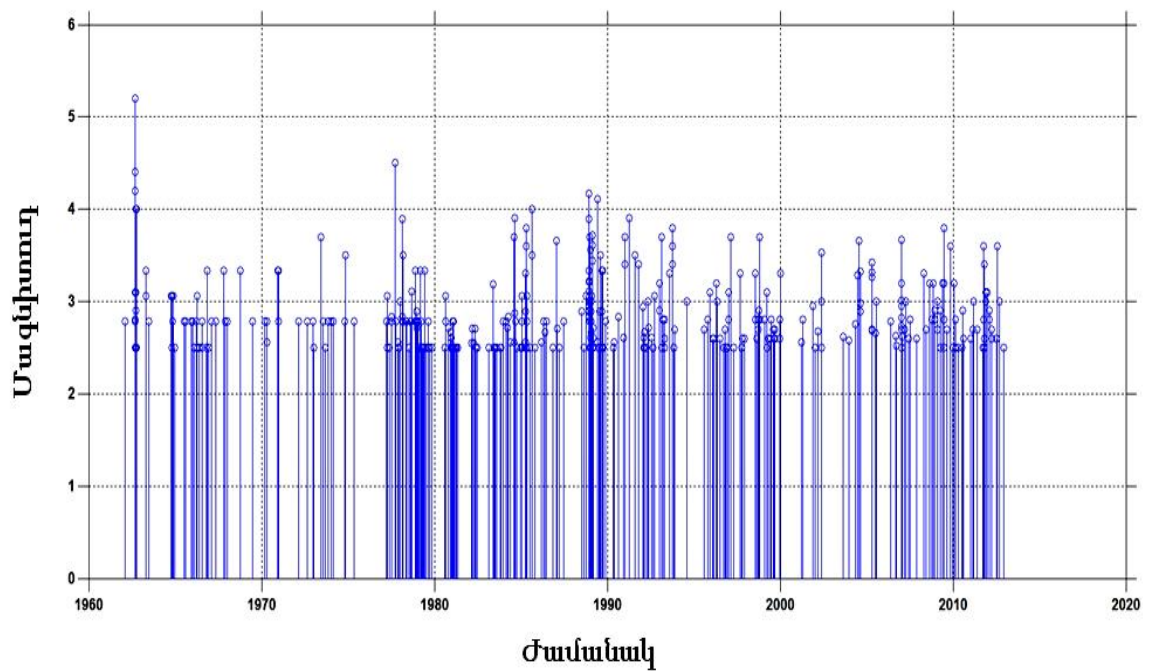
b հաստատունը որոշվում է թույլ և ուժեղ երկրաշարժերի հարաբերությամբ՝ հետևյալ էմպիրիկ բանաձևով.

$$b = \frac{0.4343N}{\sum M_i - NM_{min}},$$

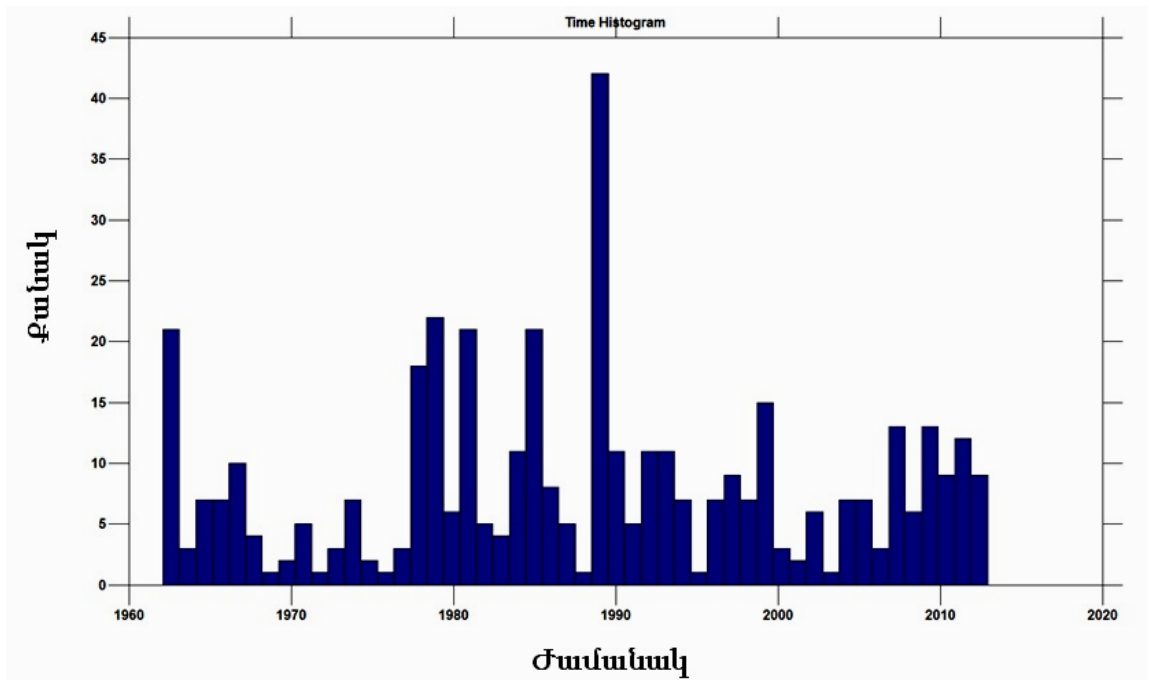
որտեղ N -ը երկրաշարժերի ընդհանուր քանակն է, M_i -ն մագնիտուդներն են, իսկ M_{min} -ը՝ մագնիտուդի արժեքներից փոքրագույնը [95]:



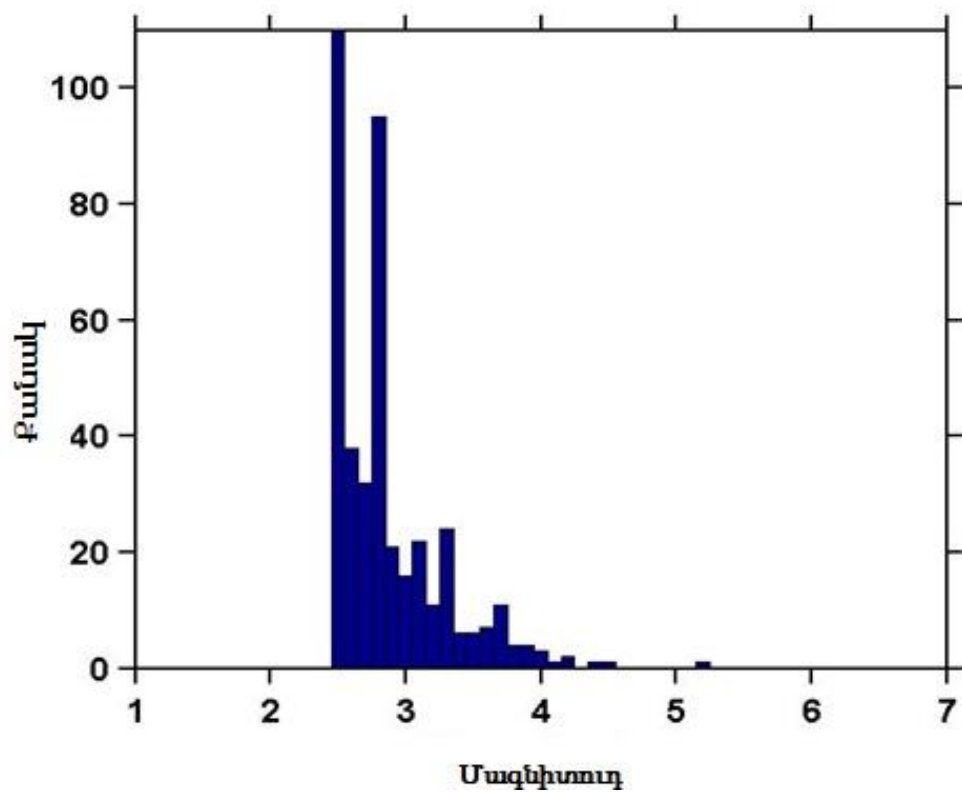
Նկար 4.7. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզ [2]:



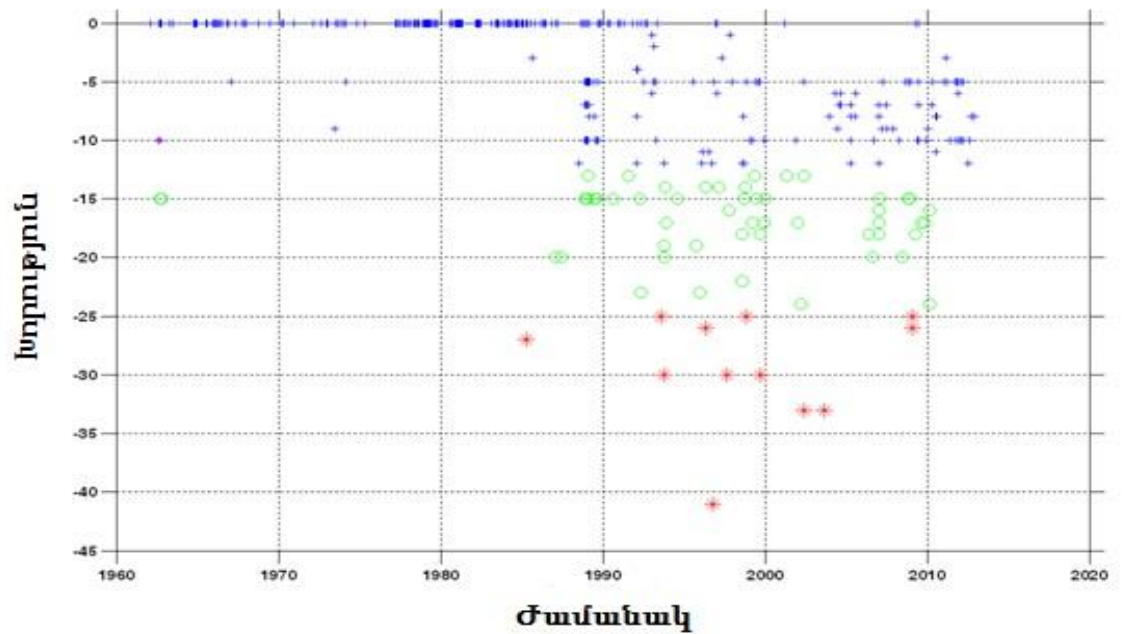
Նկար 4.8. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի մագնիտուդ-ժամանակային բաշխման գրաֆիկ [2]:



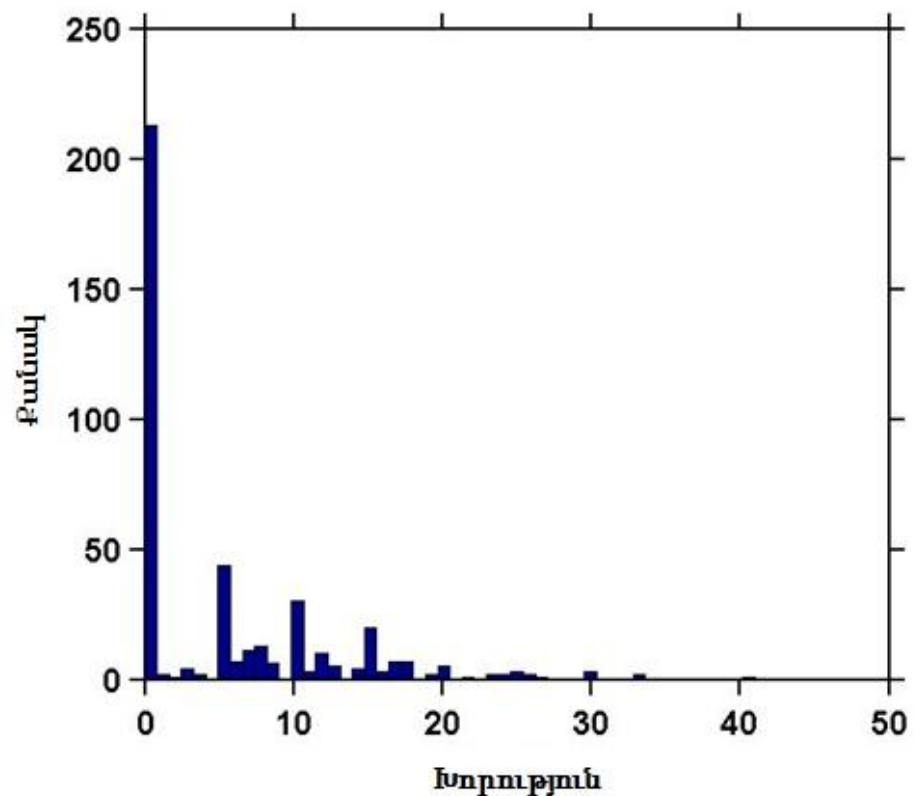
Նկար 4.9. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի քանակական բաշխման հիստոգրամ ըստ տարիների [2]:



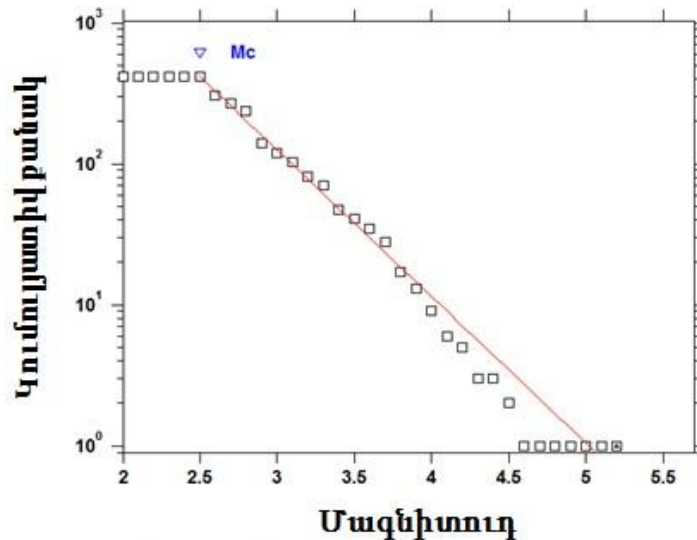
Նկար 4.10. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի քանակական բաշխման հիստոգրամ ըստ մագնիսիտուդի:



Նկար 4.11. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի հիպոկենտրոնների ըստ խորությունների ժամանակային շարք [2]:



Նկար 4.12. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի հիպոկենտրոնների բաշխման հիստոգրամ ըստ խորության:



Maximum Likelihood Solution

$b\text{-արժեք} = 1.04 \pm 0.05$, $a\text{-արժեք} = 5.22$

Ներկայացուցչական մագնիտուդ = 2.5

Նկար 4.13. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 1962-2012 թթ. ընթացքում տեղի ունեցած $M \geq 2.5$ երկրաշարժերի կումուլյատիվ քանակի և մագնիտուդի կախվածության գրաֆիկ [2]:

Սովորաբար սեյսմիկ ակտիվությամբ բնորոշվող տարածքներում b հաստատունը հավասար է լինում 1-ի և կախված տվյալ տարածքի երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի առանձնահատկություններից կարող է տատանվել 0,5-1,5 սահմաններում: Այդ իմաստով b -ն հանդիսանում է նաև միջավայրի բնութագրիչ: Այսպես, եթե b -ն ստանում է մեծ արժեքներ, դա նշանակում է, որ գերակշռել են թույլ երկրաշարժերը և հակառակը: Թույլ երկրաշարժերի գերակայությունը բնորոշում է տվյալ տարածքի բարձր բեկորատվածությունը և անհամասեռ կառուցվածքը:

1962-2012 թթ. ժամանակահատվածի երկրաշարժերի կատալոգի հիման վրա կառուցվել է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի երկրաշարժերի կումուլյատիվ քանակի և մագնիտուդի կախվածության գրաֆիկը և հաշվարկվել b -ի մեծությունը՝ $b \approx 1.04$, որը նորմայի մեջ է (Նկ. 4.13): Ինչպես երևում է գրաֆիկից՝ նշված տարածքում սպասվող երկրաշարժի առավելագույն մագնիտուդը կարող է հասնել մինչև $M_{\max} = 5.0$:

Հետևություններ.

1. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրաշարժերի էպիկենտրոնները հիմնականում ունեն ցրված բաշխվածություն, դիտվում են նաև կուտակումներ խորքային ակտիվ բեկվածքների երկայնքով և դրանց հանգույցներին հարող հատվածներում:

2. Երկրաշարժերի հիպոկենտրոնները գտնվում են մեծամասամբ մինչև 10 կմ խորություններում:

3. Կոմուլյատիվ քանակի և մագնիտուդի կախվածության գրաֆիկի համաձայն՝ նշված տարածքում սպասվող երկրաշարժի առավելագույն մագնիտուդը չի գերազանցի $M_{\max} = 5.0$ սահմանը:

4. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում սեյսմիկ ակտիվությունը գտնվում է քանակական ֆոնի սահմաններում, դիտվում է նաև սեյսմիկ ակտիվության աճ սկսած 2007թ.-ից:

5. Երկրաշարժերի օջախների ոչ խորը տեղադրումը, ինչպես նաև ակտիվ բեկվածքների, սեղմման և ընդարձակման գոտիների, մագնիսական ապարների առկայությունը նպաստավոր են հանդիսանում տեկտոնամագնիսական էֆեկտների ի հայտ գալու համար, քանի որ լարվածադեֆորմացիոն վիճակի փոփոխությունները, որպես կանոն, պետք է իրենց արտահայտումը գտնեն երկրամագնիսական դաշտի կառուցվածքում: Հետևաբար երկրամագնիսական դաշտի տարածաժամանակային փոփոխությունների ուսումնասիրությունը թույլ կտա Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում ի հայտ բերել սեյսմատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալ փոփոխությունների մեծությունները [1, 3, 29, 32]:

**ԳԼՈՒԽ 5. ԵՐԿՐԱՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐՈՎ ՊԱՅՄԱՆԱՎՈՐՎԱԾ
ՏԵԿՏՈՆԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ՏԱՐԱԾԱԺԱՄԱՆԱԿԱՅԻՆ
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՍԵՅՍՄԱՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ
ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ**

Երկրաշարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշանների որոնումը հիմնված է տեկտոնական առաձգական լարումների ազդեցության հետևանքով լեռնային ապարների մագնիսացվածության փոփոխության կամ այսպես կոչված տեկտոնամագնիսական էֆեկտների հայտնաբերման վրա: Այսինքն, եթե երկրաշարժի նախապատրաստումը պայմանավորված է օջախային գոտում տեկտոնական լարումների տեղաբաշխմամբ, ապա մագնիսական ապարների առկայությունը նպաստում է էպիկենտրոնային գոտու տարածքում լրացուցիչ լոկալ մագնիսական դաշտի առաջացմանը: Սակայն խնդիրը կայանում է նրանում, որ երկրամագնիսական դաշտում տեղ են գտնում նաև այնպիսի փոփոխություններ, որոնց առաջացումը բոլորովին էլ կապված չէ երկրակեղևի լարվածադեֆորմացիոն վիճակի փոփոխությունների հետ: Հետևաբար տեկտոնամագնիսական դաշտը հետազոտելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել և գտել բոլոր այն երկրորդական կամ խանգարիչ էֆեկտների մեծությունները, որոնք կարող են ընդունվել որպես <<կեղծ>> տեկտոնամագնիսական էֆեկտներ: Հարկ է նշել նաև, որ դրանց ամպլիտուդաները կարող են համընկնել և անգամ գերազանցել օգտակար ազդանշանի՝ տվյալ դեպքում տեկտոնամագնիսական էֆեկտի մեծությանը:

Երկրորդական (խանգարիչ) էֆեկտների առաջացման հիմնական պատճառ կարող են հանդիսանալ մագնիսական փոթորիկները, դարային, արևաօրային, թմբածև և D_{st} -վարիացիաները, էլեկտրակինետիկ էֆեկտները, ինչպես նաև երկրակեղևում ջերմային ռեժիմի փոփոխությունները, ուժեղ մագնիսական ապարների անհամասեռ տեղաբաշխվածությունը և էլեկտրահաղորդականության անհամասեռությունները [9, 30, 31, 34, 61, 64, 78, 80, 105, 106, 108, 113, 115]:

Երկրամագնիսական դաշտի լոկալ փոփոխությունները կարելի է ուսումնասիրել ամրացված կետերում՝ բազմամյա կրկնվող չափումների միջոցով, հաշվի առնելով

ուսումնասիրվող տարածքի ինչպես սեյսմիկ ռեժիմի, այնպես էլ երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի առանձնահատկությունները:

Պատմական և ժամանակակից երկրաշարժերի առաջացումը Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում գլխավորապես կապված է տեկտոնական բլոկների տեղաշարժերով և առածգական լարումների տեղաբաշխմամբ՝ Երևանի, Գառնիի, Ազատ-Սևանի և Արաքսի բեկվածքային գոտիների սահմաններում: Հետևաբար, կարելի է սպասել, որ նշված բեկվածքներին հարող օջախային գոտիներում երկրամագնիսական դաշտում առաջ եկող ժամանակավոր փոփոխությունները կտարբերվեն դրանցից բավական հեռու տեղակայված գոտիներում երկրամագնիսական դաշտի դիտվող փոփոխություններից:

Այսպիսով՝ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրամագնիսական դաշտի կառուցվածքի՝ երկրաբանատեկտոնական պայմաններով պայմանավորված առանձնահատկությունները ժամանակի և տարածության մեջ բացահայտելու, ինչպես նաև նշված տարածքում երկրակեղևի լարվածադեֆորմացիոն վիճակի փոփոխություններով պայմանավորված տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալ փոփոխություններն ի հայտ բերելու նպատակով, իրականացվել են երկրամագնիսական դաշտի ինդուկցիայի լրիվ վեկտորի մոդուլի (T) չափումներ հետևյալ վեց երթուղիներով.

1. Երևան–Աբովյան–Հրազդան–Սևան
2. Երևան–Աշտարակ–Քուչակ–Ապարան
3. Երևան–Աշտարակ–Արուճ–Թալին
4. Երևան–Էջմիածին–Մեծամոր–Արմավիր
5. Երևան–Ողջաբերդ–Գառնի–Գեղարդ
6. Երևան–Արտաշատ–Արարատ–Սուրենավան

Այդ նպատակով նշված երթուղիների վրա տեղադրվել և ամրացվել են ընդհանուր թվով 54 դիտման կետ, որոնց միջև հեռավորությունը կազմում է միջինը 5 կմ (տես Հավելված 1): Այսպիսով՝ հիմնվել է դիտարկումների փորձադաշտ, որը կծառայի նշված տարածքում երկրադինամիկ պրոցեսների ուսումնասիրման և երկրաշարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշանների հայտնաբերման համար (Նկ.5.1.):



**Նկար. 5.1. ՀՀ և ԼՂՀ տարածաշրջանային քարտեզը [4]:
Կետքերով նշված են դիտման կետերն ըստ երթուղիների:**

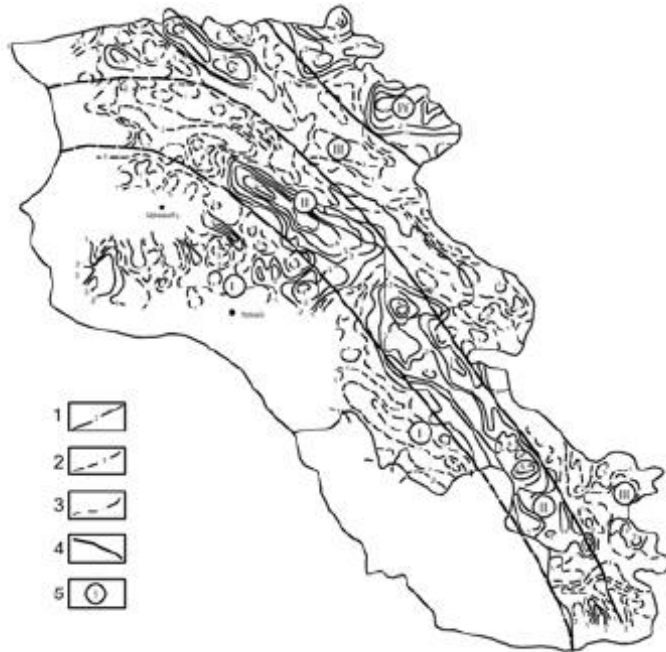
5.1. ՀՀ տարածքի անոմալ մագնիսական դաշտը

ՀՀ տարածքի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրման նպատակով 1954-1959թթ. ընթացքում ՀՍՍՀ ԳԱ ԵԳԻ-ի երկրաֆիզիկական արշավախմբի կողմից իրականացված վերերկրյա մագնիսական հանույթի հիման վրա կազմվեց ՀՀ և հարակից տարածքների ΔT_a անոմալ մագնիսական դաշտի քարտեզը (Նկ. 5.2) [18]:

Ինչպես երևում է նշված քարտեզից, ՀՀ և հարակից տարածքում մագնիսական դաշտը բնութագրվում է բավական բարդ կառուցվածքով և թույլ է տալիս առանձնացնել երեք խոշոր գոտիներ՝ հյուսիսային, կենտրոնական և հարավային:

Հյուսիսային գոտին բնորոշվում է հիմնականում դրական նշանի ոչ մեծ հորիզոնական գրադիենտներով դաշտով, կենտրոնական գոտին՝ կտրուկ փոփոխվող դրական և բացասական՝ տարածման և ինտենսիվության զգալի մեծությամբ անոմալ դաշտով, իսկ հարավային գոտին՝ համասեռ, նորմալին մոտ անոմալ դաշտով:

Մերձսևանյան գոտում լայն տարածում ունեն հրաբխածին, հրաբխածին-նստվածքային ու տարբեր կազմի ներժայթքային ապարները և բնորոշվում է ուժգին, կտրուկ փոփոխվող դրական և բացասական անոմալիաներով, որոնց հորիզոնական գրադիենտը փոփոխվում է 1 կմ-ում մի քանի հարյուր (500-700) նՏլ:



Նկար 5.3. ΔT_a անոմալ մագնիսական դաշտի քարտեզը (1:200 000 Մ, բարձրությունը՝ 1000-1200մ): Իզոդինամներ (ըստ Սիրոտկինի). 1 - դրական, 2 - զրոյական, 3 - բացասական, 4 - մագնիսական ենթագոտանների սահմաններ, 5 - մագնիսական ենթագոտանների համարները [72]:

Մերձարաքսյան մագնիսական գոտում, որտեղ հիմնականում տարածում ունեն նստվածքային ապարները, մագնիսական դաշտը բնորոշվում է մեղմ, նորմալին մոտ թույլ բացասական արժեքներով, որոնք ունեն գծային, ձգված ձև և հյուսիսարևմտյան տարածում: Ցածր, բացասական դաշտի ընդհանուր ֆոնի վրա առանձնացվում են առանձին նեղ, լոկալ դրական և բացասական անոմալիաներ, որտեղ դաշտի արժեքները հասնում են մի քանի հարյուր նՏլ [72]:

Այսպիսով, ամփոփելով կարելի է ասել, որ << տարածքում մագնիսական գոտիները և ենթագոտիները տարբերվում են միմյանցից մագնիսական դաշտի ինտենսիվությամբ, փոփոխման բնույթով, նշանով, ձևով, կտրտվածությամբ, ունեն կովկասյան տարածում և ընդհանուր առմամբ համընկնում են հիմնական

երկրատեկտոնական կառույցների տարածման ուղղությունների հետ, իսկ գրադիենտային գոտիները հիմնականում համընկնում են տեկտոնական խախտումների և խորքային բեկվածքների հետ [16, 17, 18, 44]:

5.2. Դաշտային ուսումնասիրությունների մեթոդիկան, ստացված տվյալների մշակումը և մեկնաբանումը

Ինչպես գիտենք, դիտման կետում Երկրի մագնիսական դաշտը ցանկացած t պահի որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$T(t) = T_0 + \delta T(t) + M,$$

որտեղ $T(t)$ –ն չափված դաշտի արժեքն է դիտման կետում t պահին, T_0 - ն Երկրի հաստատուն մագնիսական դաշտն է, $\delta T(t)$ -ն փոփոխական մագնիսական դաշտն է, իսկ M -ը՝ չափման սխալը:

Չափման սխալի մեջ մտնում են.

1. Գործիքային սխալը, որը Geometrics G-826 մակնիշի պրոտոնային մագնիսաչափի համար կազմում է ± 1 նՏլ:

Սինքրոն չափումների ժամանակ չափվող կետերում ΔT -ն կարող է փոխվել արտաքին ծագման վարիացիաների տարածաժամանակային անհամասեռության պատճառով: Սակայն հաշվի առնելով այն, որ մեր ուսումնասիրության տարածքում դիտման կետերի միջև առավելագույն հեռավորությունը չի գերազանցել 100 կմ, ուստի կարելի է ընդունել, որ սինքրոն չափվող կետերում երկրամագնիսական դաշտի արտաքին ծագման վարիացիաների մեծությունները, ինչպես նաև Երկրի միջուկում ընթացող հիդրոդինամիկ պրոցեսներով պայմանավորված դարային վարիացիաների մեծությունները նույն արժեքն են կազմում [35, 92]:

Կարելի է անտեսել նաև այն սխալները, որոնք կարող են առաջ գալ հետևյալ պատճառներով՝ զանգվածների տեղաշարժ, թափառող հոսանքներ, քիմիական և հիդրոերկրաբանական պրոցեսներ, որոնց մեծությունները սովորաբար չեն գերազանցում 1 նՏլ [9, 115]:

3. <<Կեղծ>> տեկտոնամագնիսական էֆեկտների առաջացման հիմնական պատճառ կարող է հանդիսանալ երկրակեղևի խորքում էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման անհամասեռությունը երթուղիների երկայնքով [31, 78, 104]:

4. Մագնիսական դաշտի առումով Արարատյան սեյսմափորձադաշտն իրենից ներկայացնում է բավական բարդ տարածք, որը բնորոշվում է առաջին հերթին բարձր հորիզոնական գրադիենտներով, որոնք առանձին դեպքերում գերազանցում են նույնիսկ 100 նՏ/մ: Քանի որ նման պայմաններում մագնիսաչափի տվիչի մի քանի սանտիմետրով շեղումը կարող է հանգեցնել մինչև ± 10 նՏ լրացուցիչ սխալի, ուստի նմանատիպ սխալներից խուսափելու համար դիտման կետերը բետոնով ամրացվել են 10 սմ տրամաչափով և 30 սմ երկարության ասբեստե խողովակներով (բետոնի կազմությունն ընտրվել է այնպես, որ դրա ազդեցությունը մագնիսական դաշտի վրա չի գերազանցում 0,5 նՏ), իսկ մագնիսաչափի ալյումինե ձողի համար բետոնի մեջ թողնվել է անցք՝ կրկնվող չափումները միևնույն դիրքում իրականացնելու նպատակով (շեղումը կազմում է մինչև 5 մմ): Դա թույլ է տալիս բարձր գրադիենտային դաշտի առկայության դեպքում ապահովել ± 1 նՏ չափման ճշտություն:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում տեկտոնամագնիսական դաշտի տարածաժամանակային առանձնահատկությունները հայտնաբերելու համար ուսումնասիրությունները կատարվել են սինքրոն չափումների եղանակով, որի դեպքում որոշում են տարածական գրադիենտը (ΔT) երկու՝ <<անոմալ>> և <<բազային>> կետերի միջև [92]: Մեր ուսումնասիրության ժամանակ որպես <<բազային>> կետ ընտրվել է <<Գառնի>> կայանը.

$$T_{\alpha}(t) - T_{\beta}(t) = \Delta T,$$

որտեղ $T_{\alpha}(t)$ -ն դիտման կետում դաշտի չափված արժեքն է t պահին, իսկ $T_{\beta}(t)$ -ն՝ <<Գառնի>> կայանում դաշտի չափված արժեքը միևնույն t պահին:

Որոշելով տարածական գրադիենտը հետագա չափումների համար ($\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3 \dots \Delta T_n$) և յուրաքանչյուր անգամ համեմատելով դրանք իրենց նախորդների հետ, կարելի է պատկերացում ստանալ դիտման կետում երկրամագնիսական դաշտի անոմալ փոփոխությունների վերաբերյալ.

$$\delta \Delta T = \Delta T_n(t) - \Delta T_{n-1}(t)$$

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 2012թ.-ի ընթացքում Երևան-Սևան, Երևան-Ապարան, Երևան-Թալին, Արմավիր-Երևան, Երևան-Գեղարդ և Երևան-Սուրենավան երթուղիներով կատարվել են նախնական հետախուզական չափումներ (рекогносцировка), իսկ հիմնական չափումներն իրականացվել են չորս ցիկլով՝ 2013թ.-ի աշնանը, 2014թ.-ի գարնանն (2014(1)) ու աշնանը (2014(2)) և 2015թ.-ի ամռանը (2015(1)):

Երթուղիների վրա տեղադրվել և ամրացվել են ընդհանուր թվով 54 դիտման կետ, որոնց միջև հեռավորությունը կազմում է միջինը 5 կմ (տես Հավելված 1): Կետերը դրվել են այնտեղ, որտեղ հնարավորինս բացակայում են մագնիսական դաշտի տարածական գրադիենտները (0-35 նՏ/մ), բարձր լարման էլեկտրական հոսանքները, ինչպես նաև բարձր մագնիսականությամբ օժտված լեռնային ապարների կուտակումները, որոնք կարող են հանդես գալ Երկրի մակերեսին [47]:

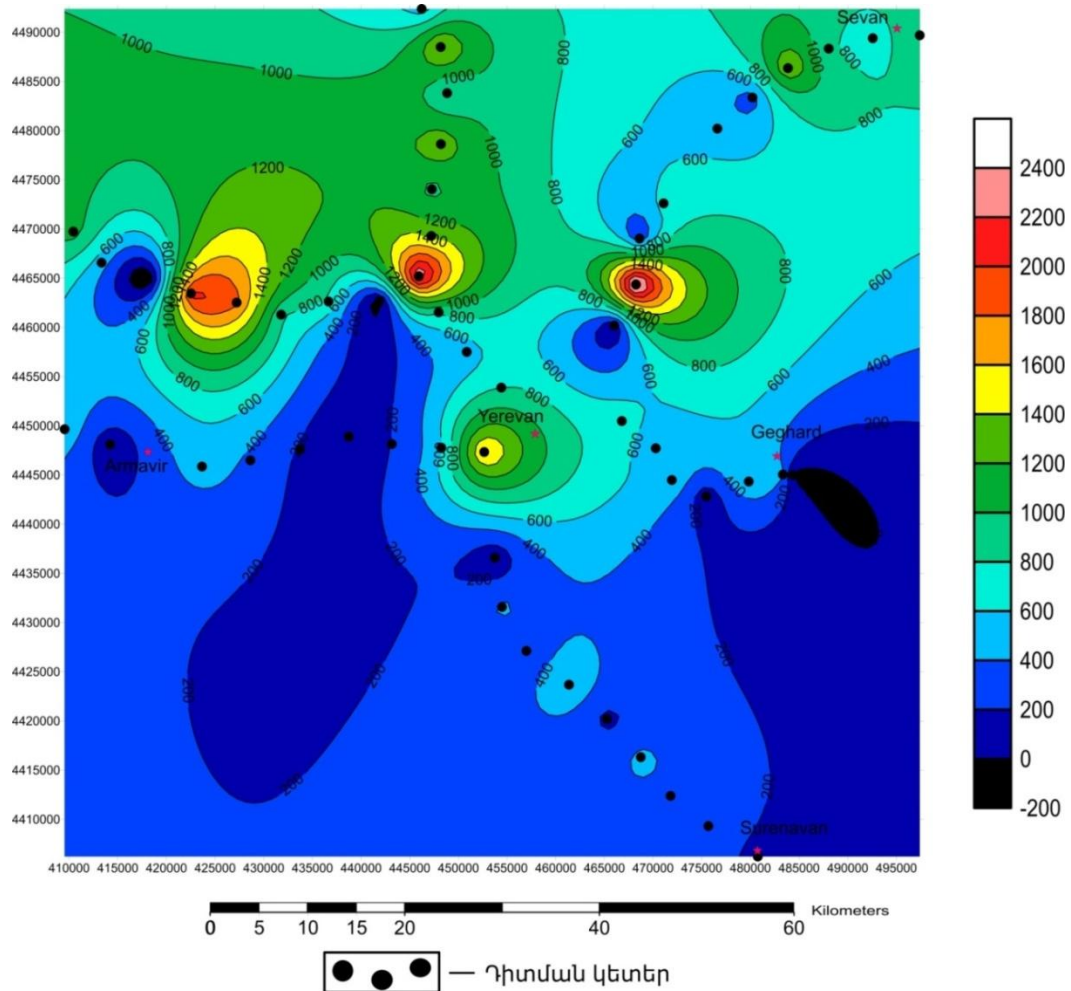
Երթուղային չափումների ժամանակ օգտագործվել է Geometrics G-826 (չափման ճշտությունը՝ ± 1 նտ), իսկ <<Գառնի>> կայանում՝ ММТ-203 (չափման ճշտությունը՝ ± 1 նտ) մակնիշի պրոտոնային մագնիսաչափեր: Նշված գործիքների միջև կատարված ստուգիչ չափումների համաձայն՝ գրանցումների չափման սխալը չի գերազանցել ± 1 նՏ:

Դաշտային չափումների ժամանակ մագնիսաչափի տվիչը այլումինե ձողի միջոցով տեղադրվել է բետոնի մեջ այդ նպատակով արված անցքի մեջ՝ գետնից 1,5 մ բարձրության վրա: Յուրաքանչյուր կետի համար վերցվել է 5-6 հաշվարկ, իսկ յուրաքանչյուր երեք կետը մեկ կատարվել են ստուգիչ չափումներ: Որպես ստուգման կետ (ՍԿ) ընտրվել է յուրաքանչյուր երթուղու առաջին դիտման կետը:

Չափման միջին քառակուսային սխալը գնահատվել է $m = \pm \sqrt{\frac{\sum \Delta_i^2}{2n}}$ բանաձևով, որտեղ Δ_i -ն դիտման կետում կրկնակի չափված արժեքների տարբերությունն է, իսկ n -ը՝ կրկնակի չափված կետերի քանակը: Չափումների ժամանակ միջին քառակուսային սխալի արժեքը չի գերազանցել $\pm 3,7$ նՏ: Դիտման կետերում գնահատվել են նաև սիստեմատիկ սխալների մեծությունները, որոնք չեն գերազանցել ± 2 նՏ:

Մեր կողմից իրականացված երթուղային չափումների հիման վրա կազմվել է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի անոմալ մագնիսական դաշտի (ΔT_a)

քարտեզը (Մ 1:200 000), որի համար բազիսային արժեք վերցվել է <<Գառնի>> կայանի բացարձակ արժեքը 2013թ. համար՝ 48211 նՏլ (Նկ.5.4), իսկ դիտման կետերում չափումներից ստացված արժեքները բերվել են <<Գառնի>> կայանի արժեքին: Քարտեզը կազմվել է Surfer-12 համակարգչային ծրագրով, իսկ ինտերպոլյացիայի համար կիրառվել է Կրիգեի մեթոդը (Kriging) [1]:



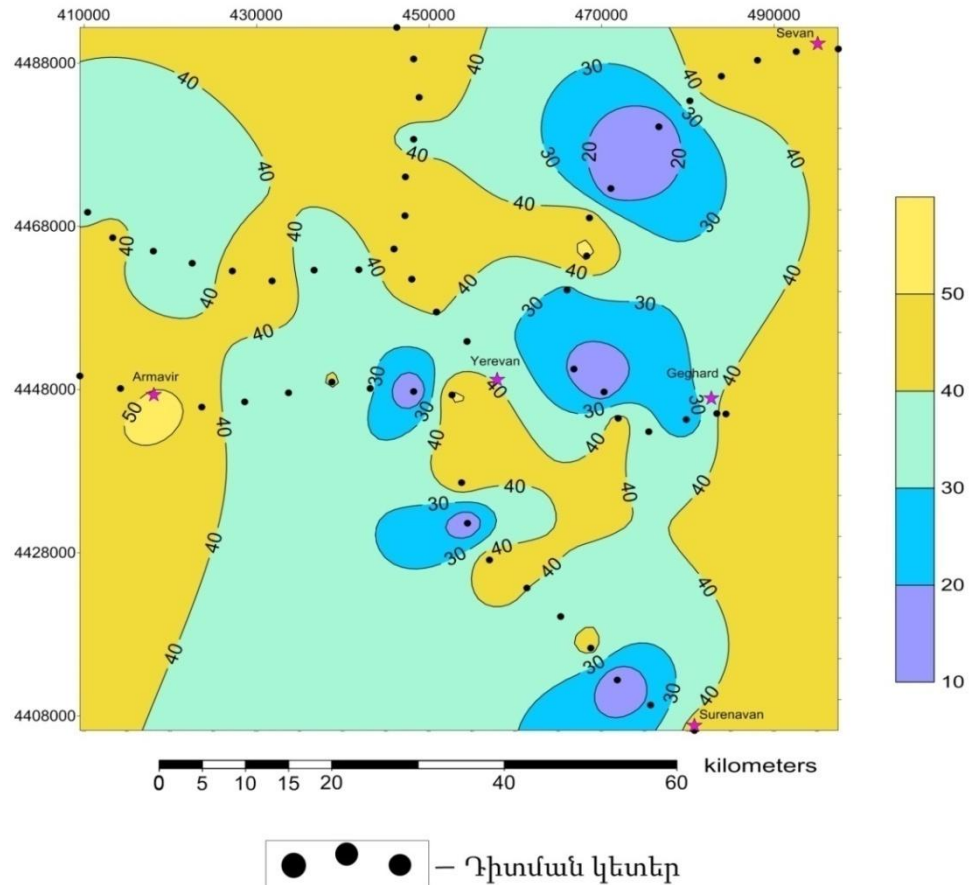
Նկար 5.4. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի ΔT_0 -ի սխեմատիկ քարտեզ Մ 1:200 000 [1]

Ինչպես երևում է Նկ. 5.4-ից, ուսումնասիրվող տարածքում մագնիսական դաշտի առումով հստակորեն անջատվում է երկու գոտի, որոնք խիստ տարբերվում են միմյանցից: Նրանցից մեկը տարածականորեն ընդգրկում է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի հյուսիսային հատվածը և բնորոշվում է երկրամագնիսական դաշտի ուժգին, կտրուկ փոփոխվող արժեքներով, որոնք ունեն ինչպես լայն, այնպես էլ նեղ տարածում՝ կազմելով ընդհուպ 2500 նՏլ և ավել: Այստեղ մակերեսին հիմնական տարածում ունեն նեոգեն-չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ

օժտված բազալտները, անդեզիտները, անդեզիտաբազալտները, անդեզիտադագիտները, դագիտները, հրաբխային տուֆերը և այլն: Փորձադաշտի հարավային մասում, որտեղ տարածված են հիմնականում նեոգեն-չորրորդական հասակի ցածր մագնիսականությամբ օժտված նստվածքային և հրաբխածին-նստվածքային ապարները՝ անոմալ դաշտը բնորոշվում է համեմատաբար ցածր արժեքներով՝ կազմելով հիմնականում 200-400 նՏլ: Փորձադաշտի կենտրոնական մասում, որտեղ հրաբխային ապարներն ընկղմվում են ժամանակակից նստվածքների տակ կամ էլ բացակայում են ընդհանրապես, անոմալ դաշտի ինտենսիվությունը նվազում է, ընդ որում անցումը նշված գոտիների միջև բնորոշվում է թռիչքաձև, ինչը վկայում է նշված հատվածում խոշոր խորքային բեկվածքի առկայության մասին: Ակնհայտ է նաև, որ հարավային գոտում անոմալ մագնիսական դաշտը հանդես է գալիս առանց գրադիենտի, բավական հանգիստ և համաչափ փոփոխություններով, իսկ հյուսիսային գոտում՝ ընդհակառակը, դիտվում են անոմալիաների ինտենսիվության կտրուկ փոփոխություններ: Անոմալ դաշտի ինտենսիվության փոփոխման լայն տիրույթը խոսում է իհարկե փորձադաշտի տարածքի բավական բարդ երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքի մասին:

2013-2015 թթ. ընթացքում իրականացված երթուղային չափումների հիման վրա կազմվել է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրամագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի մոդուլի (T) իզոպորների քարտեզը (Մ 1:200 000) (Նկ. 5.5): Քարտեզի վրա իզոպորներն իրենցից ներկայացնում են իզոգծեր, որոնք տարվել են լրիվ վեկտորի մոդուլի դարային քայլի մեծության միջին տարեկան արժեքներով: Ինչպես երևում է քարտեզից, 2013-2015թթ. ժամանակահատվածում Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում դիտվում է երկրամագնիսական դաշտի դարային քայլի անհամասեռություն՝ կազմելով 11-53 նՏլ: Փորձադաշտի կենտրոնական հատվածում այն առավելապես կազմում է 30-40 նՏլ: Ամենաբարձր արժեքներ դիտվում են՝ Երևան Սևան երթուղի՝ 2-րդ, 3-րդ, 7-10-րդ կետեր՝ 43-53 նՏլ, Երևան Ապարան երթուղի՝ 2-6-րդ, 8-10-րդ կետեր՝ 43-53 նՏլ, Երևան Թալին երթուղի՝ 2-4-րդ, 7-րդ, 8-րդ և 11-րդ կետեր՝ 40-47 նՏլ, Երևան Արմավիր երթուղի՝ 4-րդ, 7-10-րդ կետեր 42-52 նՏլ, Երևան-Գեղարդ երթուղի՝ 7-րդ կետ՝ 43 նՏլ, Երևան-Սուրենավան երթուղի՝ 1-ին, 3-րդ,

4-րդ, 6-րդ, 9-րդ կետեր՝ 44-50 նՏԼ, իսկ ամենացածր արժեքներ՝ Երևան Սևան երթուղի՝ 4-րդ և 5-րդ կետեր՝ 12-13 նՏԼ, Երևան Արմավիր երթուղի՝ 2-րդ կետ՝ 11 նՏԼ, Երևան- Գեղարդ երթուղի՝ 1-ին, 2-րդ, 5-րդ կետեր՝ 18-24 նՏԼ, Երևան Սուրենավան երթուղի՝ 2-րդ, 7-րդ և 8-րդ կետեր՝ 12-22 նՏԼ:

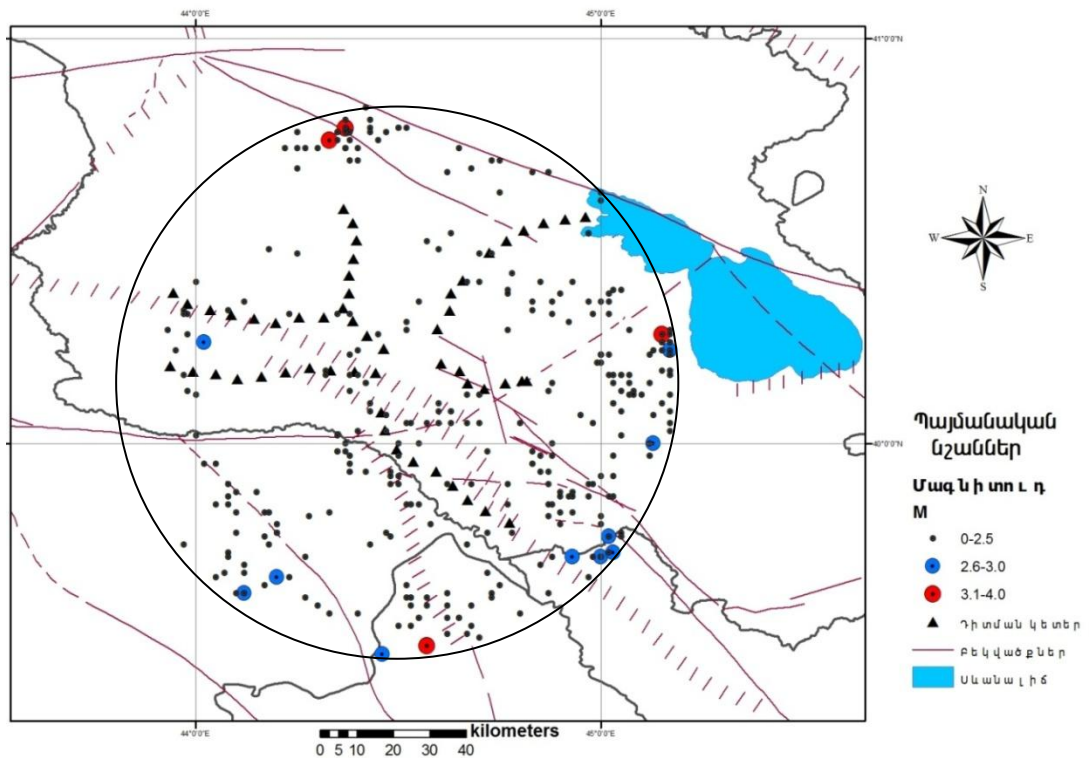


Նկար 5.5. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի երկրամագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի մոդուլի (T) իզոպորների սխեմատիկ քարտեզը 2013-2015 թթ. համար (Մ 1:200 000):

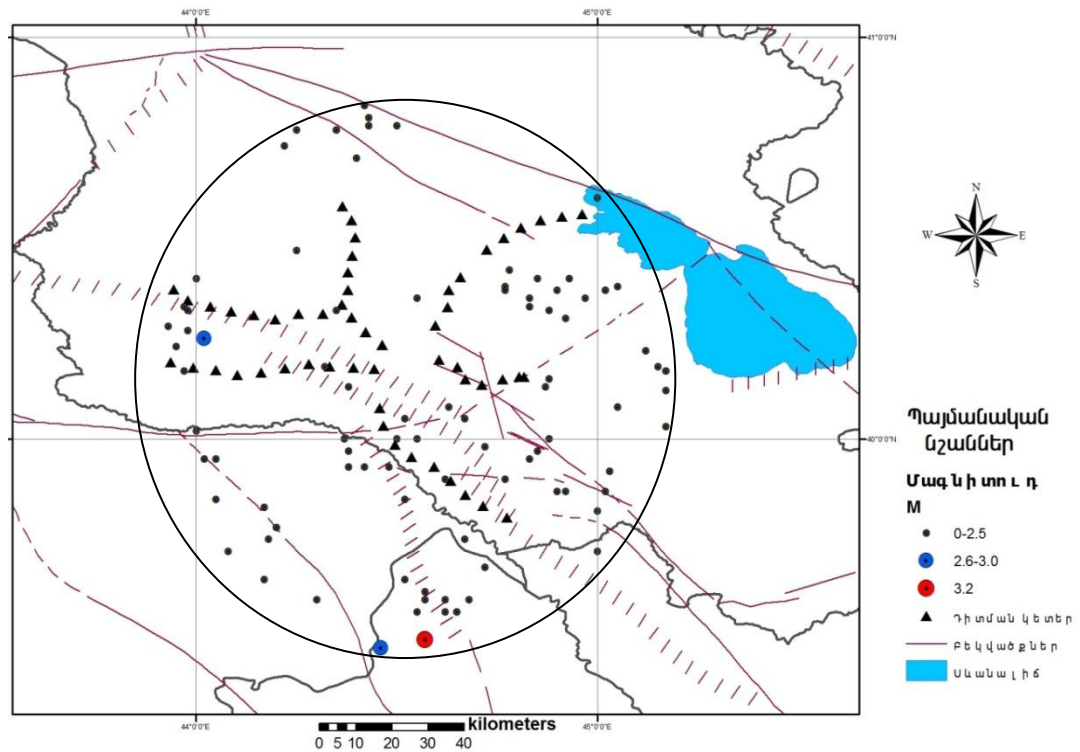
Կազմվել են նաև Երևանից 70 կմ շառավղով ընդգրկված տարածքում 2013-2015թթ., ինչպես նաև առանձին՝ 2013թ., 2014թ. և 2015թ. ընթացքում տեղի ունեցած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզները (Նկ. 5.6, Նկ. 5.7, Նկ. 5.8 և Նկ. 5.9):

Ինչպես երևում է Նկ. 5.6-ից, 2013-2015թթ. ընթացքում Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում տեղի են ունեցել մեծամասամբ թույլ երկրաշարժեր, որոնց էպիկենտրոններն ունեն բավական անհամասեռ տեղաբաշխվածություն: Ակնհայտ է նաև, որ երկրաշարժերի գերակշռող մասը տեղի է ունեցել ակտիվ բեկվածքներին հարող գոտիներում, մասնավորապես, Երևանի, Գառնի-Ելփինի և

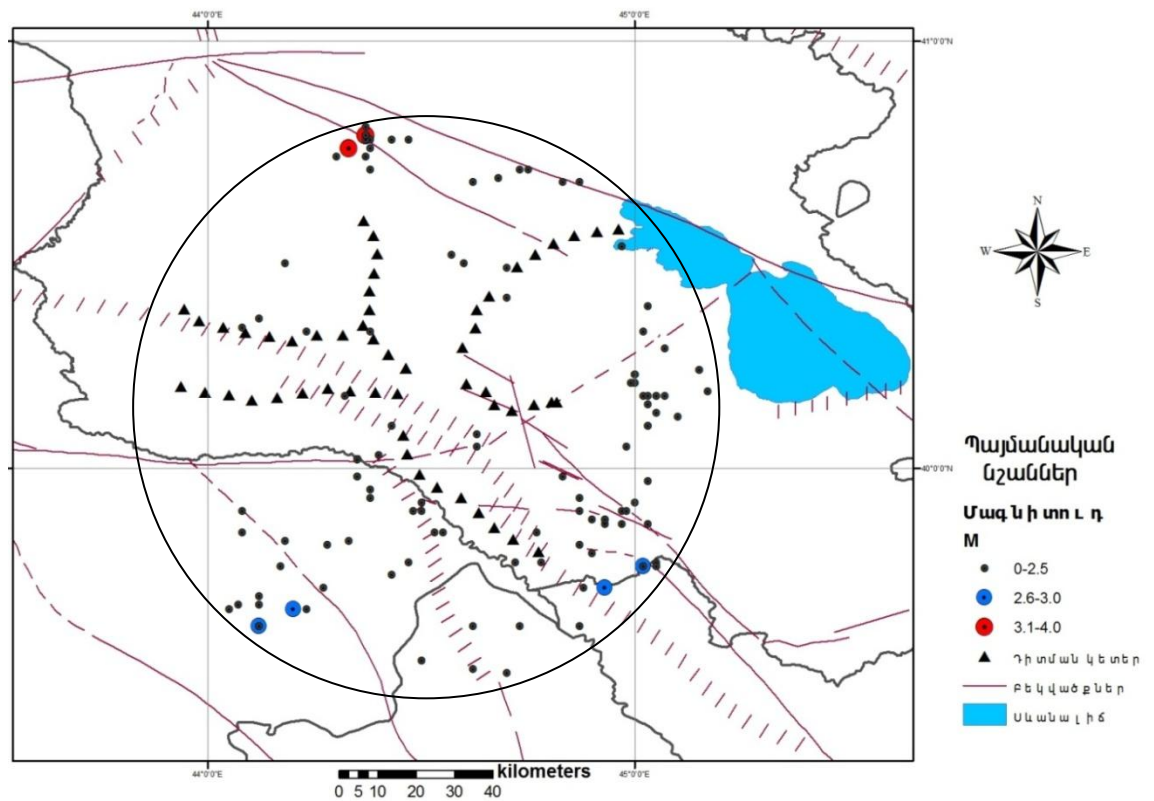
Ազատ-Սևանի: Տեղի ունեցած երկրաշարժերի հիպոկենտրոնները տեղակայված են հիմնականում 5-10 կմ խորություններում [3]:



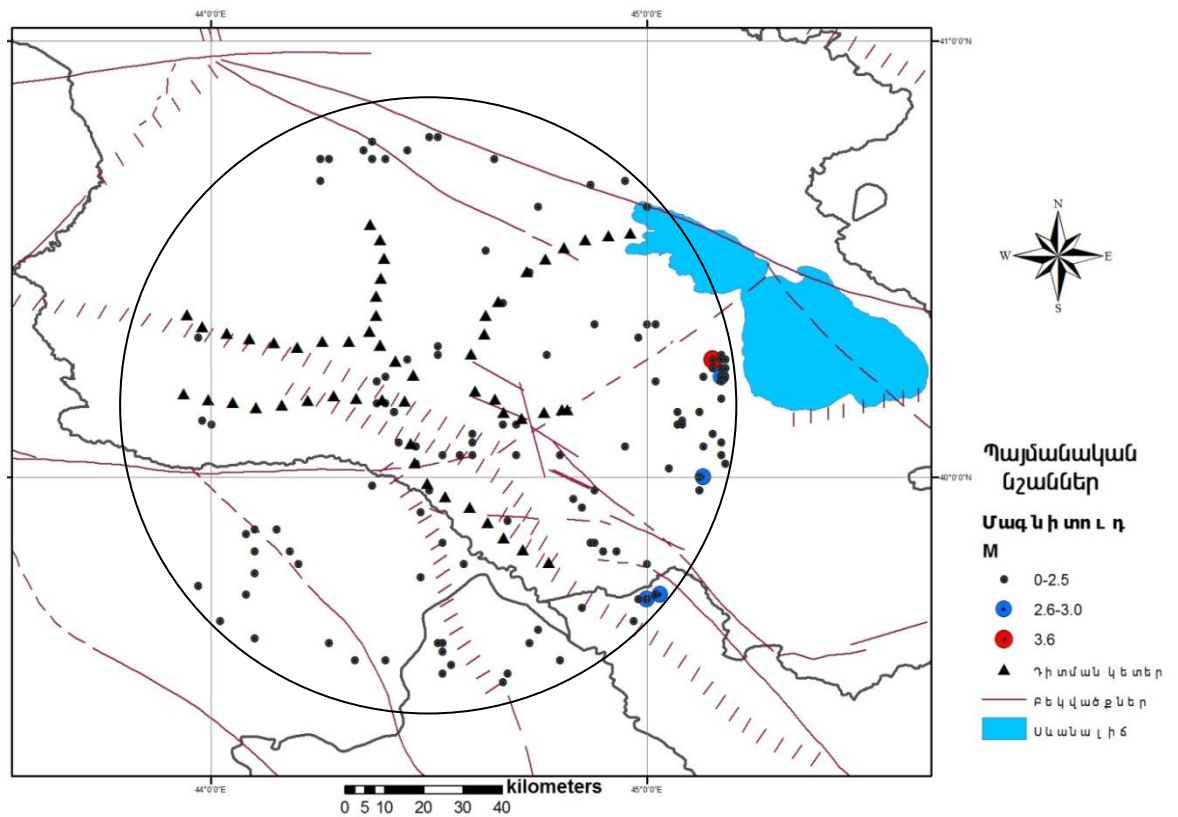
Նկար 5.6. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 2013-2015թթ. տեղի ունեցած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզ [3]:



Նկար 5.7. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 2013թ. տեղի ունեցած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզ:



Նկար 5.8. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 2014թ. տեղի ունեցած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզ:



Նկար 5.9. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 2015թ. տեղի ունեցած երկրաշարժերի էպիկենտրոնների բաշխվածության քարտեզ:

Ստորև բերվում են 2013-2015թթ. ընթացքում կատարված դաշտային չափումների արդյունքներն ըստ երթուղիների, որոնք ներկայացված են գրաֆիկների տեսքով (Նկ. 5.10-5.15) [3]: Հիշեցնենք, որ նշված ժամանակահատվածում չափումներն իրականացվել են չորս ցիկլով՝ 2013թ.-ի աշնանը, 2014թ.-ի գարնանն (2014(1)) ու աշնանը (2014(2)) և 2015թ.-ի ամռանը (2015(1)):

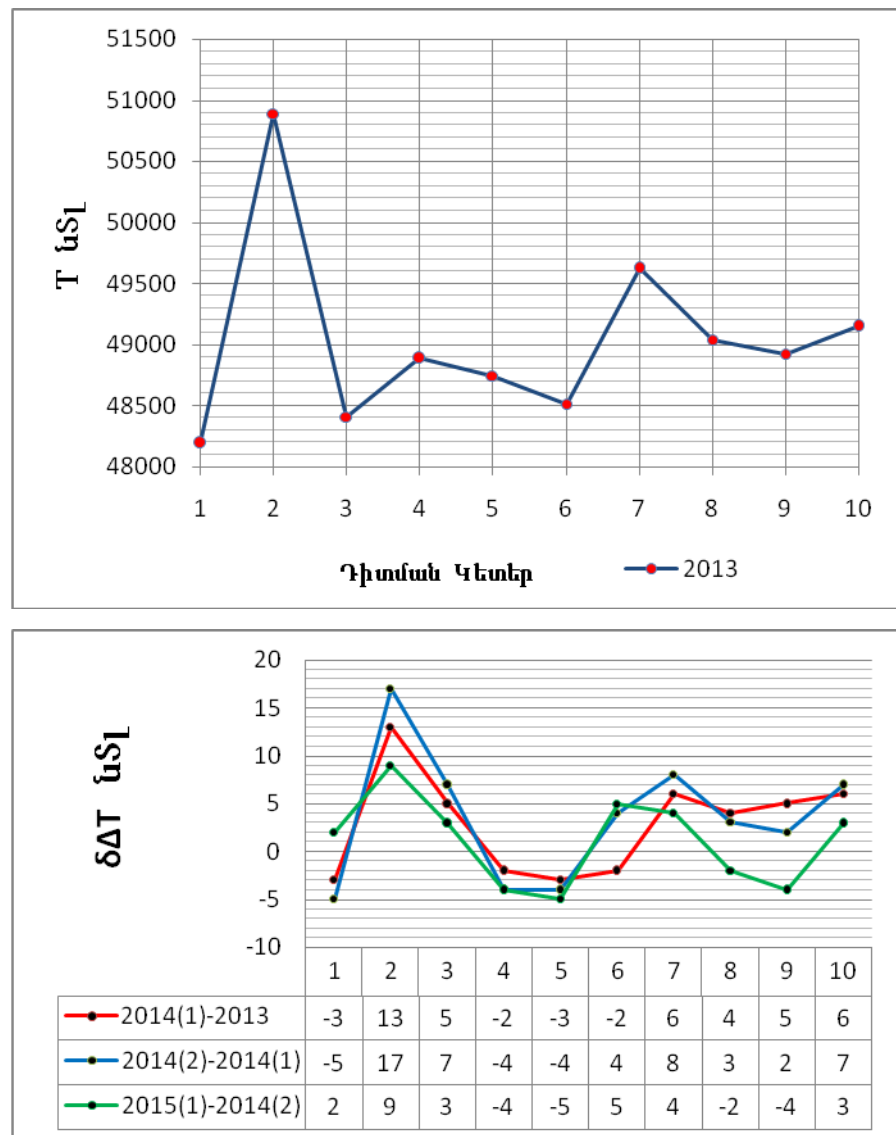
5.2.1. Երթուղի №1. Երևան–Աբովյան–Հրազդան–Սևան

Երթուղու երկարությունը կազմում է մոտ 55 կմ, դիտման կետերի քանակը՝ 10, կետերի միջև եղած հեռավորությունը՝ միջինը 5 կմ, տարածման ուղղությունը՝ հյուսիս-արևելք (Նկ. 5.1): Երթուղու ողջ երկայնքով լայն տարածում ունեն վերին պլիոցենից միջև ժամանակակից չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ օժտված հրաբխային ապարները՝ ներկայացված անդեզիտներով, բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, դացիտներով, անդեզիտադացիտներով, որոնց մագնիսական ընկալունակության և մնացորդային մագնիսականության արժեքները տատանվում են 10^{-4} - 10^{-3} cTcm սահմաններում (Նկ. 3.5): Երկրամագնիսական դաշտի արժեքները երթուղու երկայնքով փոփոխվում են 48200-50900 նՏլ սահմաններում, իսկ դաշտի փոփոխման առավելագույն ամպլիտուդան դիտման կետերի միջև կազմում է մոտ 2700 նՏլ (Նկ. 5.10):

Դիտման 1-ին կետում, որտեղ հանդես են գալիս վերին պլիոցեն հասակի դոլերիտային բազալտները, դաշտի արժեքը կազմում է մոտ 48200 նՏլ ($\chi = 20 \cdot 10^{-4}$ cTcm, $I_n = 91 \cdot 10^{-4}$ cTcm):

Դիտման 2-րդ կետում, որտեղ տարածում ունեն վերին չորրորդական հասակի բարձր մագնիսական անդեզիտաբազալտները և բազալտները ($\chi = 47 \cdot 10^{-4}$ cTcm, $I_n = 300 \cdot 10^{-4}$ cTcm), դաշտը կտրուկ աճում է՝ կազմելով մոտ 50900 նՏլ: Դաշտի նման բարձր արժեքը խոսում է այն մասին, որ նշված ապարները հանդես են գալիս ոչ միայն մակերեսին, այլ նաև ունեն խորքային տարածում՝ բավական մեծ հզորությամբ:

Դիտման 3-րդ, 4-րդ, 5-րդ կետերում, որտեղ հանդես են գալիս վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի ապարները՝ ներկայացված դիոլիտներով, դիոլիտ-դացիտներով, պեռլիտներով, օբսիդիաններով, բազալտներով և անդեզիտաբազալտներով ($\chi = 41 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 130 \cdot 10^{-4}$ crcm), դաշտի արժեքները տատանվում են 48400-48750 նՏլ սահմաններում:



Նկար 5.10. Երթուղի №1. Երևան-Արևիյան-Հրազդան-Սևան:

Դիտման 6-րդ, 7-րդ, 9-րդ և 10-րդ կետերում, որտեղ տարածում ունեն միջին չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտները ($\chi = 30 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 120 \cdot 10^{-4}$ crcm), դաշտի առավելագույն փոփոխությունը նշված կետերի միջև կազմում է 600 նՏլ և ավել,

իսկ արժեքները տատանվում են 48500-49150 նՏլ սահմաններում: Դիտման 7-րդ կետում դաշտի համեմատաբար բարձր արժեքը կարող է կապված լինել նշված հատվածում ուշ պրոտերոզոյան հասակի խոշոր ինտրուզիվների տարածման հետ, որոնք տարբերվում են այլ հասակի ապարներից իրենց բարձր մագնիսականությամբ:

Դիտման 8-րդ կետում, որտեղ դաշտի արժեքը կազմում է մոտ 49040 նՏլ՝ ներկայացված է ժամանակակից չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտային հոսքերով ($\chi = 47 \cdot 10^{-4}$ cgsM, $I_n = 300 \cdot 10^{-4}$ cgsM):

Այսպիսով՝ Երևան-Սևան երթուղու երկայնքով մագնիսական դաշտը բնորոշվում է բավական բարձր արժեքներով, ինչը պայմանավորված է նեոգեն-չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ օժտված բազալտներով և անդեզիտաբազալտներով, իսկ դաշտի փոփոխման տիրույթը (500-700 նՏլ) պայմանավորված է երթուղու երկայնքով նշված ապարների հզորությունների փոփոխականությամբ 200-500 մ սահմաններում: Դիտման 1-ին և 3-րդ կետերում, որտեղ դիտվում են դաշտի ամենացածր արժեքներ՝ պայմանավորված են նշված հատվածներում վերին չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտային ծածկոցի տակ հանդես եկող վերին պլիոցենի հակառակ մագնիսացված դոլերիտային բազալտների հաստվածքներով (200-400 մ): 7-10-րդ կետերում դաշտի համեմատաբար բարձր արժեքները և դրանց փոփոխականությունը կարող են կապված լինել նշված հատվածում խզվածքային խախտումների առկայությամբ և դրանցում ավելի բարձր մագնիսական ինտրուզիվ մարմինների ներդրմամբ (Նկ. 3.5):

Ինչպես երևում է ծԱԴ-ի գրաֆիկից, 2013-2015թթ. ընթացքում Երևան-Սևան երթուղու երկայնքով դիտվել են դաշտի ինչպես դրական այնպես էլ բացասական անոմալ փոփոխություններ: Ընդ որում ուսումնասիրման ժամանակահատվածում որոշ կետերում դիտվել են միայն դրական (2-րդ, 3-րդ, 7-րդ և 10-րդ կետերում) և բացասական անոմալիաներ (4-րդ և 5-րդ կետեր) իսկ 1-ին, 6-րդ, 8-րդ և 9-րդ կետերում՝ նաև անոմալիայի նշանի փոփոխություն: Նկ. 3.6-ից ակնհայտ է, որ Երևան-Սևան երթուղին լայնակի հատող ուղղության երկայնքով առհասարակ բնորոշ է համեմատաբար բարձր սեյսմիկ ակտիվություն, իսկ 2013-2015թթ. ընթացքում ևս դիտվել է սեյսմիկ ակտիվություն՝ թույլ երկրաշարժերի տեսքով (Նկ. 5.6): Դաշտի

անոմալ փոփոխությունները նշված երթուղու երկայնքով կարող են պայմանավորված լինել Փամբակ-Սևանի, Գառնիի և Ազատ-Սևանի ակտիվ բեկվածքային գոտիներին հարող տարածքներում համապատասխան խորություններում տեկտոնական առաձգական լարումների անընդհատ կուտակումներով և լիցքաթափումներով:

5.2.2. Երթուղի №2. Երևան–Աշտարակ–Քուչակ–Ապարան

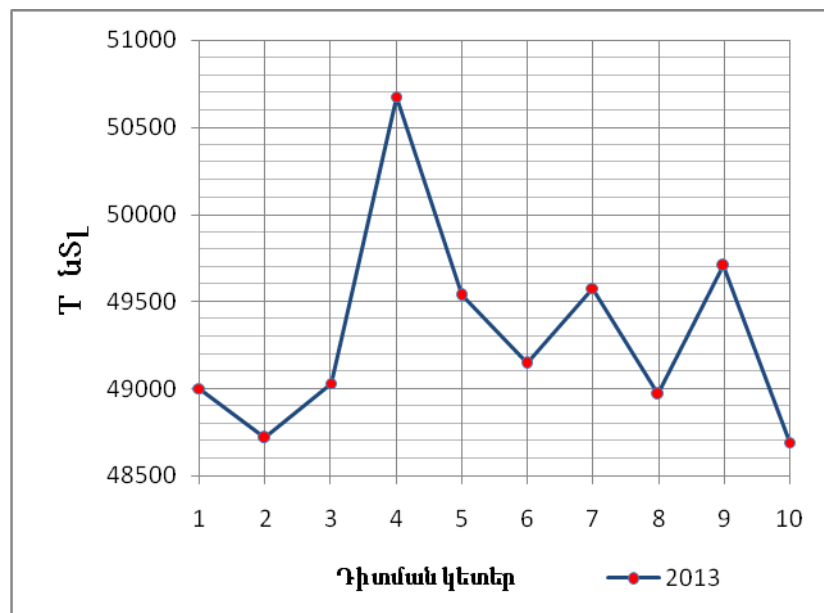
Երթուղու երկարությունը կազմում է մոտ 50 կմ, դիտման կետերի քանակը՝ 10, կետերի միջև եղած հեռավորությունը՝ միջինը 5 կմ, տարածման ուղղությունը՝ հյուսիս-արևմուտք (Նկ. 5.1): Երթուղու ողջ երկայնքով լայնորեն տարածված են վերին պլիոցեն-վերին չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ օժտված հրաբխային ապարները, որոնք ներկայացված են անդեզիտներով, բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, դացիտներով, հրաբխային տուֆերով, իգնիմբրիտներով և այլն (10^{-4} - 10^{-3} crcm) (Նկ. 3.6): Երկրամագնիսական դաշտի արժեքները երթուղու երկայնքով փոփոխվում են 48690-50680 նՏլ սահմաններում, իսկ դաշտի փոփոխման առավելագույն ամպլիտուդան դիտման կետերի միջև կազմում է մոտ 1980 նՏլ (Նկ. 5.11):

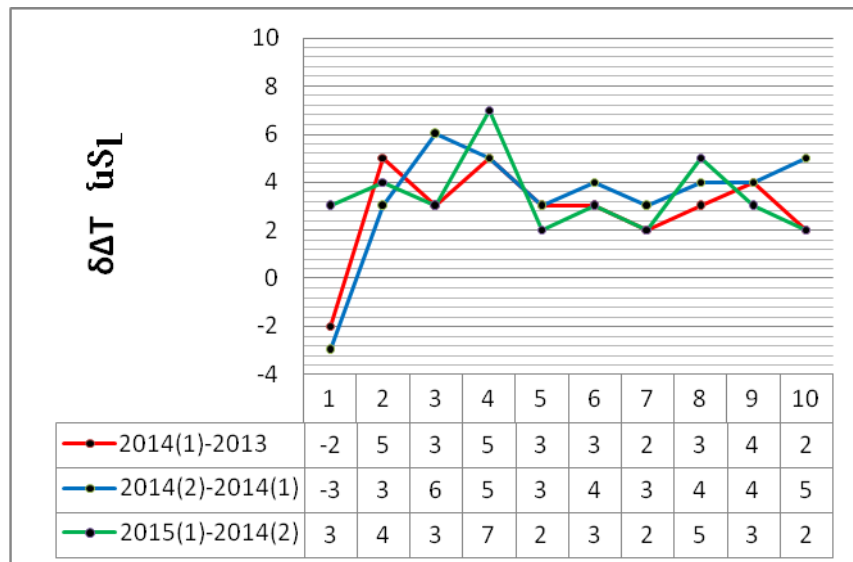
Դիտման 1-ին, 2-րդ, 3-րդ, 4-րդ և 5-րդ կետերում, որտեղ տարածում ունեն վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտները և անդեզիտադացիտները ($\chi = 22 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 120 \cdot 10^{-4}$ crcm), դաշտը տատանվում է 48700-49550 նՏլ սահմաններում: Դիտման 4-րդ կետում դաշտը կտրուկ աճում է՝ կազմելով մոտ 50700 նՏլ, ինչն ամենայն հավանականությամբ կարող է պայմանավորված լինել տվյալ հաստվածքի հզորության կտրուկ ավելացմամբ կամ խոշոր խզվածքային խախտման առկայությամբ: Ամեն դեպքում նշված խոշոր անոմալիայի պատճառը ստույգ բացահայտելու համար անհրաժեշտ է տվյալ հատվածում ավելի մանրակրկիտ հանույթի իրականացում:

Դիտման 6-րդ, 7-րդ և 9-րդ կետերում հանդես են գալիս վերին և միջին չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտները և բազալտները, իսկ դաշտի արժեքները կազմում են 49100-49700 նՏլ ($\chi = 25 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 91 \cdot 10^{-4}$ crcm):

Դիտման 8-րդ և 10-րդ կետերում, որտեղ հանդես են գալիս վերին չորրորդական հասակի ավազակավային, գլաքարամանրախճային համեմատաբար ցածր մագնիսականությամբ օժտված նստվածքները, դաշտի արժեքները կազմում են 48700-49000 նՏլ: Նշված կետերում անոմալ մագնիսական դաշտը կարող է պայմանավորված լինել ստորին կավճի գաբրո-դիաբազային և էոցենի հասակի անդեզիտաբազալտային ինտրուզիվներով, որոնք տարածում ունեն տվյալ տարածքում:

Այսպիսով՝ երկրամագնիսական դաշտի արժեքների փոփոխականությունը Երևան-Ապարան երթուղու երկայնքով պայմանավորված է մակերեսին հանդես եկող ապարների կազմի և հզորությունների փոփոխականությամբ, ինչպես նաև խզվածքային խախտումների տարածքում բարձր մագնիսականությամբ բնորոշվող ինտրուզիվ մարմինների ներդրմամբ:





Նկար 5.11. Երթուղի №2. Երևան–Աշտարակ–Քուչակ–Ապարան:

Ինչպես երևում է ΔT -ի գրաֆիկից, 2013-2015 թթ. ընթացքում երթուղու երկայնքով դիտվել են առավելապես դրական անոմալ փոփոխություններ, որոնք համաչափ և մեղմ բնույթ են կրում: Նկ. 5.6-ից նկատելի է նաև, որ երթուղուն հարող տարածքում 2013-2015թթ. ընթացքում սեյսմիկ ակտիվություն առանձնապես չի դիտվել: Դրական անոմալիաների համաչափ փոփոխությունները հավանաբար պայմանավորված են երթուղուն հարող տարածքում լարվածադեֆորմացիոն դաշտի փոփոխությունների թույլ արտահայտմամբ կամ առանձնապես խոշոր տեկտոնական լարումների բացակայությամբ:

5.2.3. Երթուղի №3. Երևան–Աշտարակ–Արուճ–Թալին

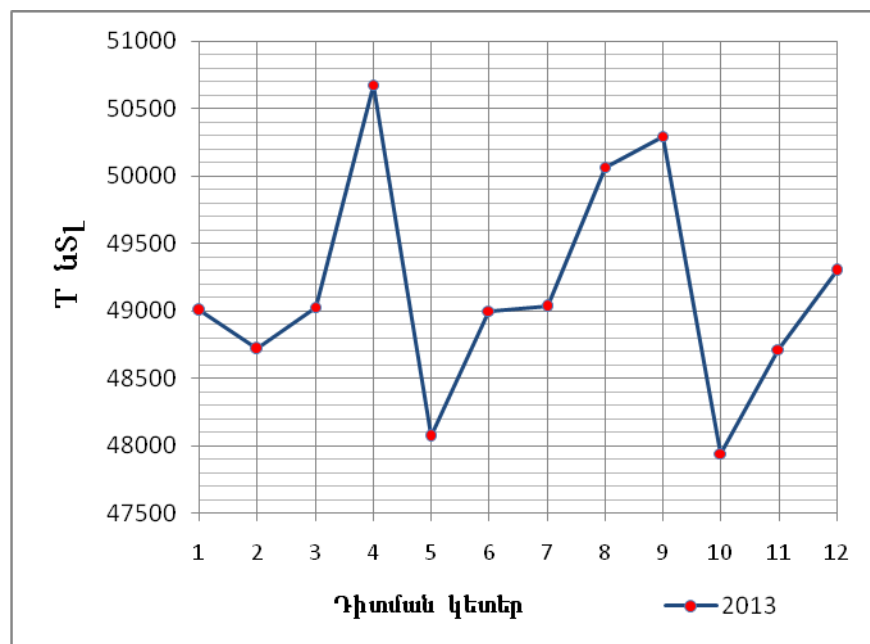
Երթուղու երկարությունը կազմում է մոտ 60 կմ, դիտման կետերի քանակը՝ 12, կետերի միջև եղած հեռավորությունը՝ միջինը 5 կմ, տարածման ուղղությունը՝ հյուսիս-արևմուտք (Նկ. 5.1): Երթուղու ողջ երկայնքով լայն տարածում ունեն վերին պլիոցեն-վերին չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ օժտված ապարները, որոնք ներկայացված են բազալտներով, անդեզիտաբազալտներով, հրաբխային տուֆերով, իգնիմբրիտներով (10^{-4} - 10^{-3} cTSM), ինչպես նաև ավազային, ավազակավային և գլաքարամանրախճային նստվածքներով (Նկ.3.7): Երթուղու երկայնքով

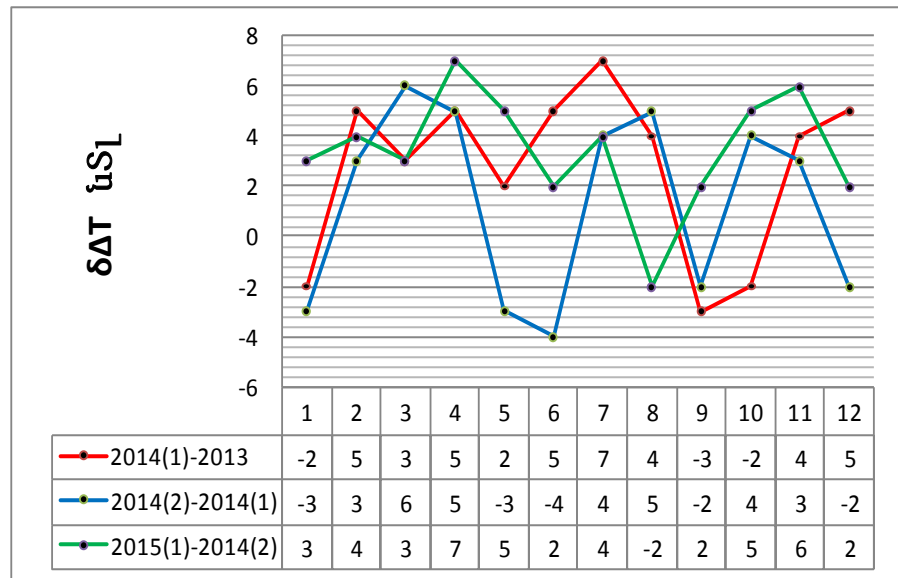
երկրամագնիսական դաշտի արժեքները տատանվում են 48050-50680 նՏլ սահմաններում, իսկ դաշտի փոփոխման առավելագույն ամպլիտուդան դիտման կետերի միջև կազմում է մոտ 2750 նՏլ (Նկ. 5.12):

Դիտման 1-ին, 2-րդ, 3-րդ և 4-րդ կետերում մագնիսական դաշտի մեկնաբանությունը նույնն է ինչ Երևան- Ապարան երթուղու դեպքում, քանի որ դրանք ընդհանուր են այս երթուղիների համար:

Դիտման 5-րդ կետում, որտեղ տարածում ունեն վերին չորրորդական հասակի ավազային և գլաքարամանրախճային՝ համեմատաբար ցածր մագնիսականությամբ օժտված նստվածքները, դաշտը նվազում է՝ կազմելով մոտ 48070 նՏլ:

Դիտման 6-րդ, 7-րդ, 10-րդ և 12-րդ կետերում, որտեղ հանդես են գալիս միջին չորրորդական հասակի հրաբխային տուֆերը, դաշտը փոփոխվում է 47900-49300 նՏլ սահմաններում ($\chi = 21 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 70 \cdot 10^{-4}$ crcm):





Նկար 5.12. Երթուղի №3. Երևան-Աշտարակ-Արուճ-Թալին:

Դիտման 8-րդ և 9-րդ կետերում հանդես են գալիս վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ օժտված անդեզիտաբազալտները, անդեզիտները, դագիտները և անդեզիտադագիտները ($\chi = 22 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 120 \cdot 10^{-4}$ crcm), որոնք բնորոշվում են դաշտի բավական բարձր արժեքներով՝ 50060-50300 նՏլ:

Դիտման 11-րդ կետում, որտեղ տարածված են միջին չորրորդական հասակի անդեզիտները և անդեզիտադագիտները, դաշտի արժեքը կազմում է մոտ 48710 նՏլ ($\chi = 25 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 100 \cdot 10^{-4}$ crcm):

Այսպիսով՝ Երևան-Թալին երթուղու երկայնքով երկրամագնիսական դաշտը փոփոխվում է բավական լայն տիրույթի սահմաններում, ինչը գլխավորապես կապված է մակերեսին հանդես եկող ապարների կազմի և հզորությունների փոփոխականությամբ:

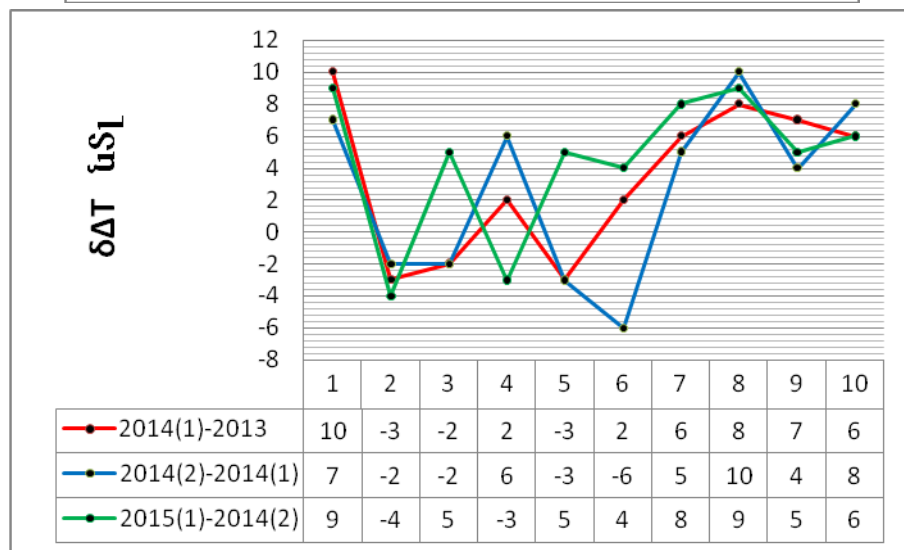
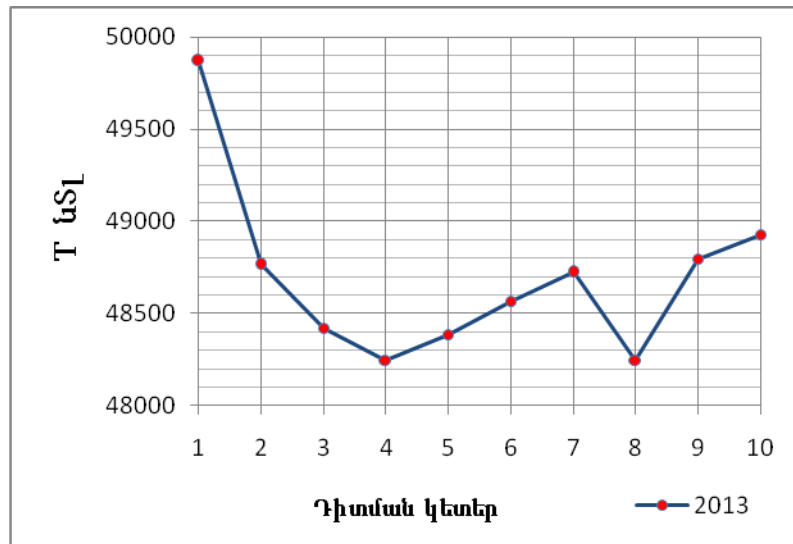
Ինչպես երևում է $\delta\Delta T$ -ի գրաֆիկից, 2013-2015թթ. ընթացքում Երևան-Թալին երթուղու երկայնքով դիտվել են երկրամագնիսական դաշտի ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական անոմալ փոփոխություններ, ընդ որում 2-րդ, 3-րդ, 4-րդ, 7-րդ և 11-րդ կետերում դիտվել են միայն դրական անոմալիաներ, իսկ 1-ին, 5-րդ, 6-րդ, 8-րդ, 9-րդ, 10-րդ և 12-րդ կետերում՝ նաև անոմալիայի նշանի փոփոխություն (Նկ. 5.12): Ընդհանուր առմամբ երթուղու երկայնքով ուսումնասիրման ժամանակահատվածում

դիտվում է անոմալ փոփոխությունների բարդ և անհամաչափ պատկեր: Երթուղին հատում է Երևանի ակտիվ բեկվածքային գոտին հյուսիս-արևմտյան հատվածում, որին հարող տարածքում ինչպես երևում է Նկ. 5.6-ից, դիտվել է նաև համեմատաբար բարձր սեյսմիկ ակտիվություն:

5.2.4. Երթուղի №4. Երևան–Էջմիածին–Մեծամոր–Արմավիր

Երթուղու երկարությունը կազմում է մոտ 50 կմ, դիտման կետերի քանակը՝ 10, կետերի միջև եղած հեռավորությունը՝ միջինը 5 կմ, տարածման ուղղությունը՝ արևմուտք (Նկ. 5.1): Երթուղու ողջ երկայնքով լայնորեն տարածված են վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի բարձր մագնիսականությամբ օժտված ապարները, որոնք ներկայացված են բազալտներով և անդեզիտաբազալտներով (10^{-4} - 10^{-3} cГсm), ինչպես նաև վերին չորրորդական և ժամանակակից լճային, ալուվիալ, պրոլուվիալ, դելուվիալ նստվածքները՝ ներկայացված ավազներով, կավերով, ավազակավերով, գլաքարերով, խճաքարերով և այլն (Նկ. 3.8): Երթուղու երկայնքով երկրամագնիսական դաշտի արժեքները տատանվում են 48240-49870 նՏլ սահմաններում, իսկ դաշտի փոփոխման առավելագույն ամպլիտուդան դիտման կետերի միջև կազմում է մոտ 1630 նՏլ (Նկ. 5.13):

Դիտման 1-ին կետում, որտեղ հանդես են գալիս վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի անդեզիտադաշտները և դաշտները ($\chi = 41 \cdot 10^{-4}$ cГсm, $I_n = 130 \cdot 10^{-4}$ cГсm), դաշտը բնորոշվում է բավական բարձր արժեքով՝ մոտ 49870 նՏլ:



Նկար 5.13. Երթուղի №4. Երևան-Էջմիածին-Մեծամոր-Արմավիր:

Դիտման 2-րդ, 3-րդ, 4-րդ, 5-րդ, և 8-րդ կետերում դաշտի արժեքները տատանվում են 48240-48770 նսլ սահմաններում, որոնց համապատասխանում են ժամանակակից չորրորդական (2-րդ և 3-րդ կետեր) և վերին չորրորդական (4-րդ, 5-րդ և 8-րդ կետեր) հասակի կավային, ավազակավային, ավազային և գլաբարախճաբարային նստվածքները:

Դիտման 6-րդ, 7-րդ, 9-րդ, և 10-րդ կետերում, որտեղ տարածում ունեն վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի ապարները՝ ներկայացված բազալտներով և անդեզիտաբազալտներով, դաշտը աճում է մոտ 200-550 նսլ-ով (48560-48930 նսլ):

Ընդհանուր առմամբ Երևան-Արմավիր երթուղու երկայնքով մագնիսական դաշտը հանդես է գալիս համեմատաբար հանգիստ փոփոխություններով: Դիտման 3-րդ, 4-րդ

և 5-րդ կետերում դաշտի նվազումը համընկնում է մակերեսին հանդես եկող վերին պլիոցեն-ստորին չորրորդական հասակի շերտախմբերի հզորությունների նվազման և էոպալեոզոյան բյուրեղային հիմքի վեր բարձրացված տեղամասի հետ:

Ինչպես երևում է ծԱԴ-ի գրաֆիկից, 2013-2015թթ. ընթացքում Երևան-Արմավիր երթուղու երկայնքով դիտվել են երկրամագնիսական դաշտի ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական անոմալ փոփոխություններ (Նկ.5.13): Ուսումնասիրման ժամանակահատվածում 1-ին, 7-րդ, 8-րդ, 9-րդ և 10-րդ կետերում դիտվել են միայն դրական, իսկ 2-րդ կետում՝ բացասական անոմալիաներ: Դիտման 3-րդ, 4-րդ, 5-րդ և 6-րդ կետերում դիտվել են նաև անոմալիայի նշանի փոփոխություններ: Հատկանշական է նաև, որ ուսումնասիրվող ժամանակահատվածում տարբեր նշանի և մեծության անոմալ փոփոխություններ դիտվել են 1-6-րդ դիտման կետերում, այսինքն այնտեղ, որտեղ երթուղին հատում է ակտիվ բեկվածքային գոտին, իսկ դրանից դուրս՝ 7-10-րդ կետերում, դիտվել են միայն դրական անոմալիաներ: Նկատենք նաև, որ 2014-2015թթ.-ի ընթացքում ի տարբերություն նախորդ տարիների, տվյալ երթուղուն մոտ հարող տարածքում սեյսմիկ ակտիվություն, առանձնապես չի դիտվել (Նկ. 5.6- 5.7):

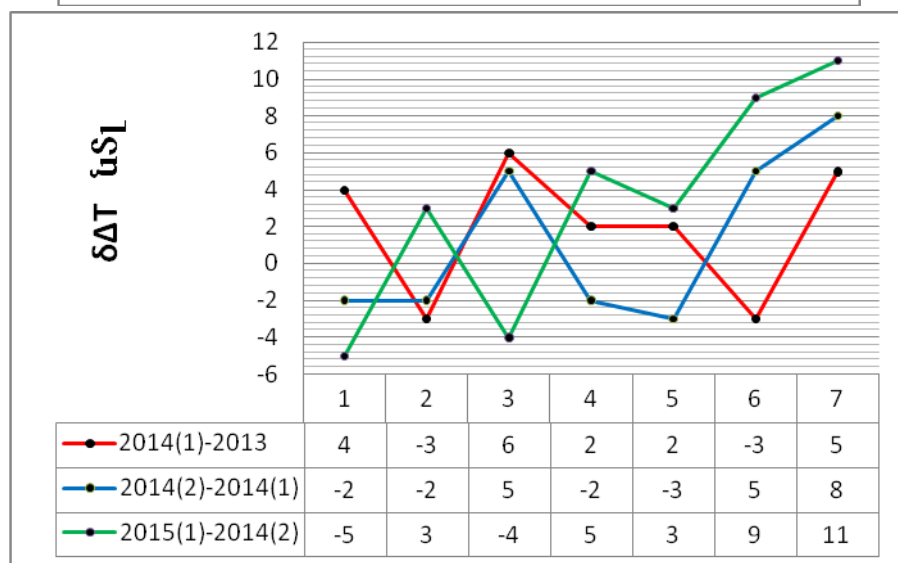
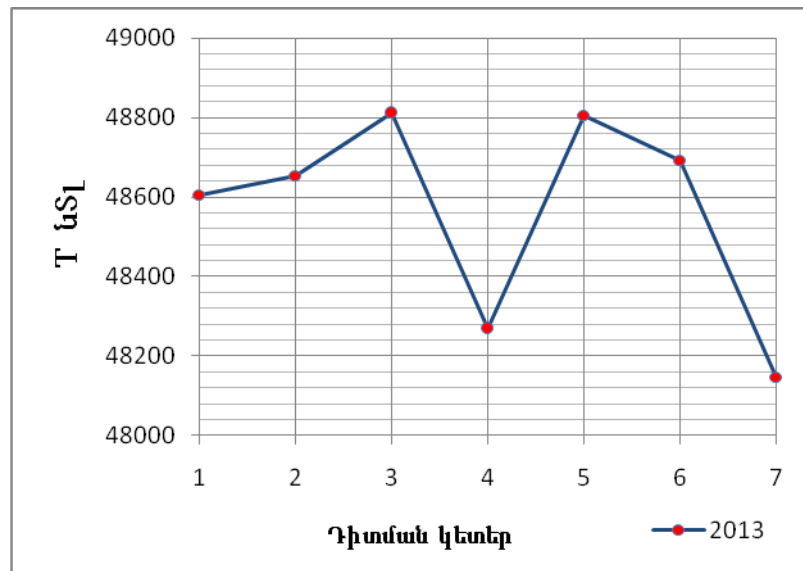
5.2.5. Երթուղի №5. Երևան-Ողջաբերդ-Գառնի-Գեղարդ

Երթուղու երկարությունը կազմում է մոտ 35 կմ, դիտման կետերի քանակը՝ 7, կետերի միջև եղած հեռավորությունը՝ միջինը 5 կմ, տարածման ուղղությունը՝ հարավ-արևելք (Նկ. 5.1): Երթուղու երկայնքով տարածում ունեն պալեոգենի և միջին, ժամանակակից չորրորդական հասակի ապարները, որոնք ներկայացված են հիմնականում ավազակավային, ավազաքարային, կավային, կրաքարային ու տուֆաավազաքարային նստվածքներով (10^{-4} - 10^{-3} crcm) և անդեզիտաբազալտներով (10^{-5} - 10^{-4} crc) (Նկ. 3.9): Երթուղու ողջ երկայնքով երկրամագնիսական դաշտի արժեքները փոփոխվում են 48140-48810 նՏլ սահմաններում, իսկ դաշտի փոփոխման առավելագույն ամպլիտուդան դիտման կետերի միջև կազմում է մոտ 670 նՏլ (Նկ. 5.14):

Դիտման 1-ին և 2-րդ կետերում, որտեղ հանդես են գալիս վերին օլիգոցեն-ստորին միոցենի հասակի նստվածքները (հացավանի շերտախումբ) ներկայացված խայտաբղետ ավազներով, կավերով, կրաքարային ալևրոլիտներով (1-ին կետ) և ստորին օլիգոցենի նստվածքները (շոռաղբյուրի շերտախումբ)՝ ներկայացված ավազաներով, կավերով, կրաքարային ալևրոլիտներով, տուֆաբեկորներով և տուֆակոնգլոմերատներով (2-րդ կետ), դաշտի արժեքները կազմում են 48600-48655 նՏլ:

Դիտման 3-րդ, 5-րդ և 6-րդ կետերում դիտվում են դաշտի ամենաբարձր արժեքները՝ մոտ 48810 նՏլ, որոնց համապատասխանում են վերին էոցենի հասակի ֆիշային ավազաքարերը, կորալային, նումուլիտային և այլ տիպի կրաքարերի շերտատուփեր ու ենթաշերտեր պարունակող ալևրոլիտները (3-րդ կետ) և միջին չորրորդական հասակի անդեզիտաբազալտները ($\chi = 30 \cdot 10^{-4}$ crcm, $I_n = 120 \cdot 10^{-4}$ crcm) (5-րդ և 6-րդ կետեր): Վերին էոցենի նստվածքներն այստեղ ունեն լայն տարածում և հանդես են գալիս բավական մեծ՝ 1000-1500 մ հզորության հաստվածքով, որոնց հաջորդում են ստորին օլիգոցենի տուֆաբեկորների, տուֆակոնգլոմերատների ենթաշերտեր պարունակող ավազակավային՝ դարձյալ մեծ հզորության (1000-1200 մ) նստվածքները:

Դիտման 4-րդ և 7-րդ կետերում դիտվում են դաշտի ամենացածր արժեքները (48140-48270 նՏլ), որոնց համապատասխանում են ժամանակակից չորրորդական հասակի թույլ մագնիսական ավազային, ավազակավային, գլաքարամանրախճային նստվածքները (4-րդ կետ) և միջին էոցենի հասակի կավային, ավազաքարային, տուֆաավազաքարային, տուֆաբեկորային, տուֆակոնգլոմերատային ապարները (1000-1500 մ) (7-րդ կետ):



Նկար 5.14. Երթուղի №5. Երևան-Ողջաբերդ-Գառնի-Գեղարդ:

Այսպիսով՝ Երևան-Գեղարդ երթուղու երկայնքով անոմալ մագնիսական դաշտը պայմանավորված է պալեոգենի հասակի ավազակավային, կրաքարային նստվածքաշերտերով, իսկ դաշտի փոփոխությունները 50-650 նՏլ սահմաններում կապված են առավելապես վերջիններիս հզորությունների փոփոխությունների հետ:

Ինչպես երևում է ΔT -ի գրաֆիկից, 2013-2015թթ. ընթացքում Երևան-Գեղարդ երթուղու երկայնքով դիտվում են երկրամագնիսական դաշտի դրական և բացասական, տարբեր մեծության անոմալ փոփոխություններ (Նկ. 5.14): Ուսումնասիրման ժամանակահատվածում դիտման բոլոր կետերում, բացառությամբ 7-րդ կետի, դիտվել են անոմալիայի նշանի փոփոխություններ: Երթուղին հատում է Գառնիի և Ազատ-Սևանի ակտիվ բեկվածքային գոտին, որտեղ ինչպես երևում է

Նկ. 5.6-ից՝ երթուղուն հարող տարածքում վերջին տարիներին առանձնապես սեյսմիկ ակտիվություն չի դիտվել: Երթուղու երկայնքնով դիտվող անոմալ փոփոխությունները հավանաբար պայմանավորված են Գառնիի և Ազատ-Սևանի ակտիվ բեկվածքներին հարող տարածքներում լարվածադեֆորմացիոն դաշտի փոփոխմամբ:

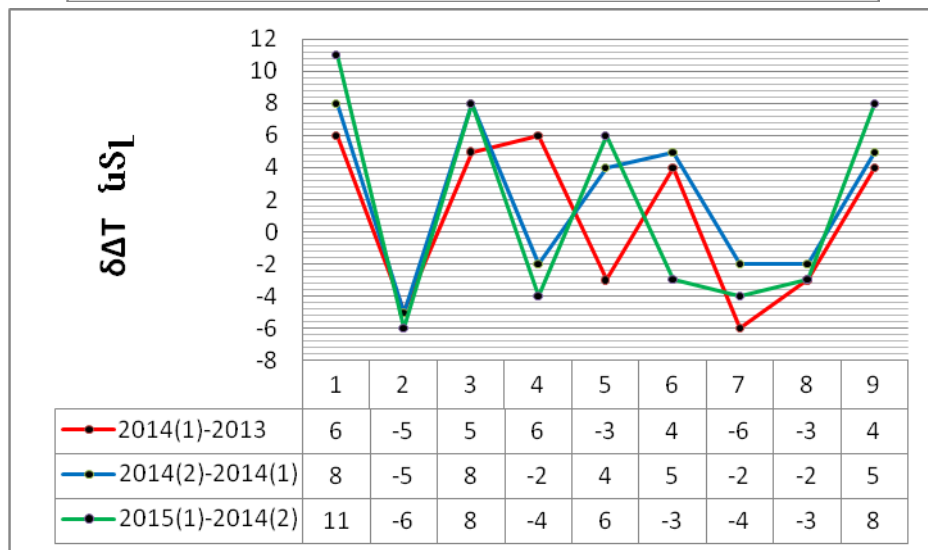
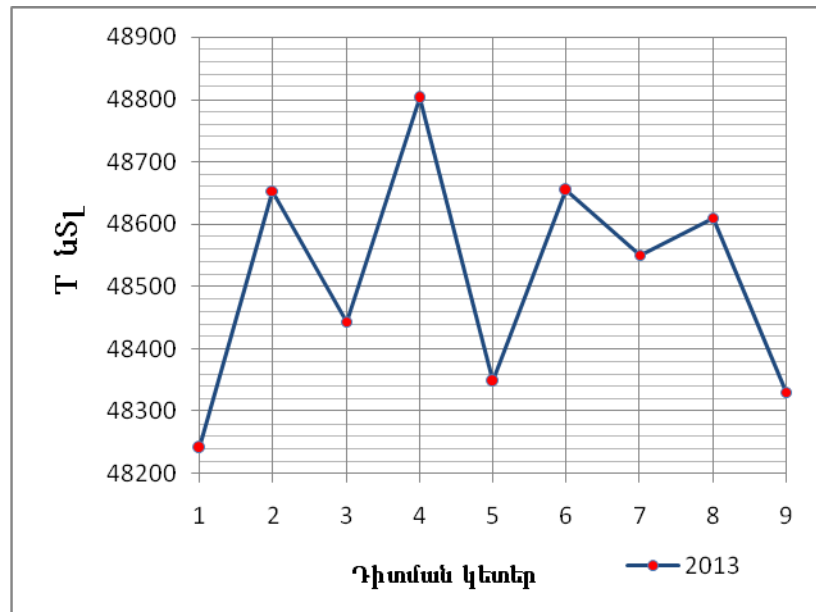
5.2.6.

Երթուղի №6. Երևան–Արտաշատ– Արարատ–Սուրենական

Երթուղու երկարությունը կազմում է մոտ 55 կմ, դիտման կետերի քանակը՝ 9, կետերի միջև եղած հեռավորությունը՝ միջինը 5 կմ, տարածման ուղղությունը՝ հարավ-արևելք (Նկ. 5.1): Երթուղու ողջ երկայնքով լայն տարածում ունեն վերին և ժամանակակից չորրորդական հասակի լճային, ալուվիալ, դելուվիալ, պրոլուվիալ նստվածքները՝ ներկայացված ավազներով, կավերով, ավազակավերով, գլաքարերով, խճաքարերով, և պալեոզոյան ու մեզոզոյան հասակի նստվածքաշերտերը՝ ներկայացված փոխակերպային և հրաբխածին-նստվածքային՝ մեծ հզորությունների հաստվածքներով (Նկ. 3.10): Երթուղու երկայնքով երկրամագնիսական դաշտի արժեքները փոփոխվում են 48240-48800 նՏլ սահմաններում, իսկ դաշտի փոփոխման առավելագույն ամպլիտուդան դիտման կետերի միջև կազմում է մոտ 560 նՏլ (Նկ. 5.15):

Երթուղու երկայնքով մակերեսին հանդես են գալիս վերին չորրորդական (1-ին, 2-րդ, 3-րդ, 4-րդ, 5-րդ և 6-րդ կետեր) և ժամանակակից չորրորդական հասակի (7-րդ, 8-րդ և 9-րդ կետեր) նստվածքները՝ ներկայացված կավերով, ավազներով, գլաքարերով և գլաքարախճաքարերով:

Այսպիսով՝ Երևան-Սուրենական երթուղու երկայնքով դաշտի փոփոխությունները համեմատաբար մեղմ բնույթ են կրում՝ կազմելով 100-550 նՏլ, իսկ անոմալ մագնիսական դաշտը գլխավորապես պայմանավորված է պալեոզոյան ու մեզոզոյան հասակի հրաբխածին-նստվածքային և փոխակերպային՝ մեծ հզորության նստվածքաշերտերով:



Նկար 5.15. Երթուղի №6. Երևան–Արտաշատ–Արարատ–Սուրենավան:

Ինչպես երևում է ΔT -ի գրաֆիկից, 2013-2015թթ. ընթացքում Երևան-Սուրենավան երթուղու երկայնքով դիտվել են լոկալ երկրամագնիսական դաշտի թե՛ դրական և թե՛ բացասական անոմալ փոփոխություններ, ընդ որում դիտման 1-ին, 3-րդ և 9-րդ կետերում դիտվել են միայն դրական, 2-րդ, 7-րդ և 8-րդ կետերում՝ բացասական անոմալիաներ, իսկ 4-րդ, 5-րդ և 6-րդ կետերում՝ նաև անոմալիայի նշանի փոփոխություն: Երթուղին գտնվում է Երևան-Նախիջևանի ակտիվ բեկվածքային գոտում, որն առհասարակ բնորոշվում է համեմատաբար բարձր սեյսմիկ ակտիվությամբ (Նկ. 4.6): Հետևաբար հայտնաբերված անոմալ փոփոխությունները ամենայն հավանականությամբ կապված են նշված տարածքում տեկտոնական

առաձգական լարումների տեղաբաշխմամբ և լիցքաթափմամբ: Նկատենք նաև, որ 2013-2015թթ. ընթացքում նշված գոտում դիտվել է սեյսմիկ ակտիվություն՝ առավելապես թույլ երկրաշարժերի տեսքով (Նկ. 5.6):

Այսպիսով՝ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում 2013-2015թթ. կատարված մագնիսաչափական դիտարկումներից ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ այն բնորոշվում է բավական բարդ մագնիսական դաշտով, իսկ վերջինիս առանձնահատկությունները գլխավորապես պայմանավորված են տարածքի անհամասեռ երկրաբանական կառուցվածքով, մասնավորապես լեռնային ապարների կազմի ու հզորության փոփոխությամբ, ինչպես նաև բազմաթիվ տեկտոնական խախտումների առկայությամբ: Ընդհանուր առմամբ կարելի է ասել, որ լեռնային ապարների դիֆերենցվածությունն արտահայտվում է տարբեր ինտենսիվության, նշանի և տարածման մագնիսական անոմալիաների տեսքով:

Ակնհայտ է, որ անոմալ մագնիսական դաշտի բարձր դրական (700-2600 նՏլ) արժեքներ դիտվում են հատկապես վերին պլիոցեն և չորրորդական հասակի հրաբխածին ապարների վրա, որոնք առավելապես տարածում ունեն փորձադաշտի հյուսիսային հատվածում և հանդես են գալիս լավային հոսքերով և ծածկոցներով՝ ներկայացված անդեզիտաբազալտներով, բազալտներով, անդեզիտադացիտներով, դիոլիտներով և այլն: Ընդ որում նշված հրաբխածին ապարների դեպքում հստակ նկատվում է ուղիղ կապը անոմալ մագնիսական դաշտի ինտենսիվության և դրանց հզորությունների միջև:

Փորձադաշտի տարածքում անոմալ մագնիսական դաշտի համեմատաբար բարձր արժեքներով (400-750 նՏլ) առանձնանում են նաև պալեոգենի հասակի նստվածքային և հրաբխածին-նստվածքային ապարները՝ ներկայացված ավազաքարերով, կրաքարերով, տուֆակոնգլոմերատներով և այլն:

Փորձադաշտի տարածքում դիտվում են նաև բացասական նշանի մագնիսական անոմալիաներ (մինչև -270 նՏլ), որոնք հանդես են գալիս առանձին նեղ հատվածներում և լայն տարածում չունեն նշված տարածքում, մասնավորապես երթուղի Երևան-Սևան՝ դիտման 1-ին կետ, երթուղի Երևան-Թալին՝ դիտման 5-րդ և 10-րդ

կետեր, երթուղի Երևան-Գեղարդ՝ դիտման 7-րդ կետ: Նշված կետերում մակերեսին հանդես են գալիս համապատասխանաբար վերին պլիոցենի հասակի դոլերիտային բազալտները, վերին չորրորդական հասակի ավազային, գլաբարախճային նստվածքները, միջին չորրորդական հասակի հրաբխային տուֆերը և միջին էոցենի հասակի ավազակավային նստվածքները:

Երթուղիների երկայնքով հայտնաբերված տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալիաների տարածաժամանակային վերլուծությունը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում դիտվում է նշված անոմալիաների անհամասեռություն, այսինքն միմյանցից մոտ 5 կմ հեռավորության վրա տեղակայված հարևան կետերում դրանք փոփոխվում են բավական անհամաչափ կերպով: Հատկանշական է նաև, որ համեմատաբար մեծ փոփոխություններ դիտվել են առավելապես սեյսմաակտիվ բեկվածքներին հարող հատվածներում, այսինքն այնտեղ, որտեղ առավել հավանական են տեկտոնական լարումների կուտակումները և լիցքաթափումները:

Իհարկե, օգտագործված մեթոդը թույլ է տալիս <<ազատվել>> արտաքին ծագման վարիացիաների մեծություններից, սակայն հայտնաբերված անոմալ փոփոխություններում մեզ հետաքրքրող տեկտոնամագնիսական էֆեկտի մեծությունից բացի մասնակիորեն կարող են ներառվել նաև արտաքին ծագման փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի (S_q) կողմից ինդուկցված երկրորդային դաշտերի արժեքները՝ ինդուկցիոն էֆեկտները: Վերջիններիս առաջացումը գլխավորապես պայմանավորված է երկրամագնիսական դաշտի արևաօրային վարիացիաներով, որոնք էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի օրենքի համաձայն երկրակեղևի էլեկտրահաղորդիչ շերտերում ինդուկցում են էլեկտրական հոսանքներ, որոնք էլ իրենց հերթին պատճառ են դառնում երկրորդական մագնիսական դաշտի առաջացմանը, որոնց անվանում են ինդուկցիոն էֆեկտներ: Դրանք առավել արտահայտված դիտվում են, հատկապես, ակտիվ խորքային բեկվածքային գոտիներում, որտեղ ընթանում են ակտիվ ինֆիլտրացիոն պրոցեսներ և առկա են բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ օժտված ֆլյուիդների ու հանքային միներալների կուտակումներ: Հետևաբար, եթե սինքրոն չափվող կետերի միջև երկրակեղևի խորին շերտերում առկա է

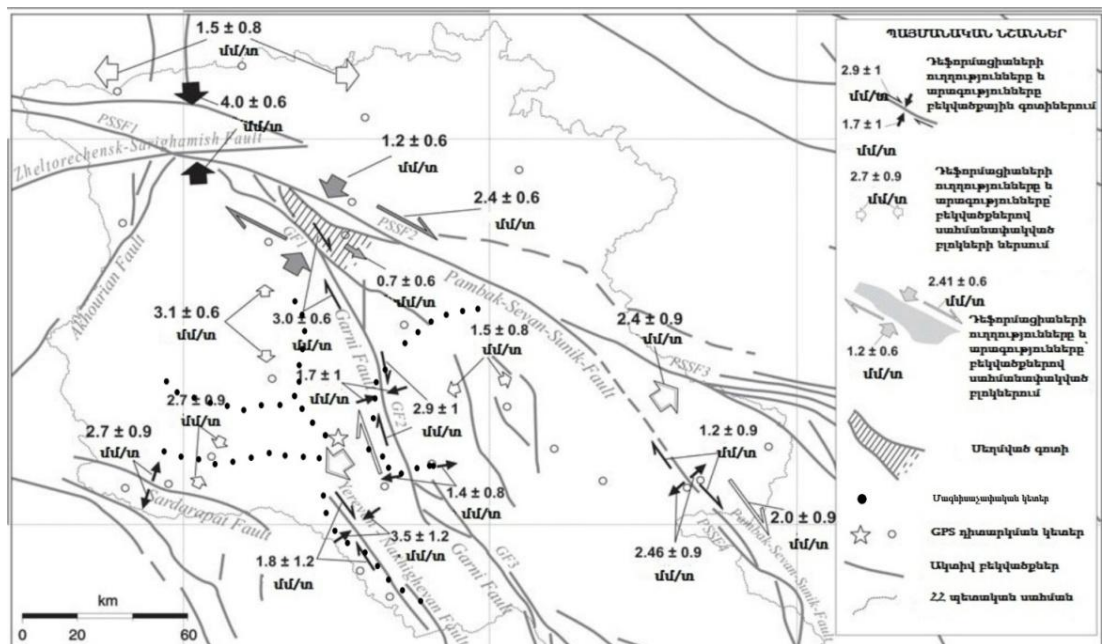
էլեկտրահաղորդականության անհամասեռություն, ապա Երկրի մակերևույթին դա կարտահայտվի ինդուկցիոն էֆեկտների անհամասեռությամբ, որոնք տվյալ մեթոդի դեպքում կարող են ընդունվել որպես <<կեղծ>> տեկտոնամագնիսական էֆեկտներ: Նշենք նաև, որ ինդուկցիոն էֆեկտների մեծությունները կախված են երկրամագնիսական դաշտի (S_q) ակտիվությունից կամ ավելի կոնկրետ՝ ամպլիտուդա-հաճախային բնութագրից և կարող են կազմել մի քանիսից մինչև տասնյակ նՏԼ [9, 78]:

Տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալ փոփոխությունները հայտնաբերելու համար կարևոր է նաև, որ տեկտոնական լարումների կուտակման խորություններում տեղակայված լինեն մագնիսական ապարներ: Այդ իմաստով, ուսումնասիրվող երթուղիների երկայնքով դաշտի անհամաչափ (անհամասեռ) փոփոխությունները կարող են կապված լինել նշված խորություններում տեղակայված մագնիսական ապարների անհամասեռ տեղաբաշխվածության հետ:

Քանի որ ուսումնասիրվող տարածքում Երկրի մակերեսին տարածում ունեն բարձր մագնիսականությամբ օժտված լեռնային ապարները, որոնց մագնիսական ընկալունակության և մնացորդային մագնիսականության արժեքները կազմում են 10^{-3} - 10^{-2} ռԵ կարգի մեծություններ, ապա սպասելի է, որ դրանց վրա կդիտվի բարձր ինդուկտիվ մագնիսականություն (I): Հետևաբար տեկտոնամագնիսական անոմալիաների ուսումնասիրման ժամանակ պետք է հաշվի առնել նաև այս հանգամանքը:

Մագնիսաչափական դիտարկումների արդյունքների համալիր վերլուծությունը երկրակեղևի ժամանակակից շարժումների ուսումնասիրման նպատակով իրականացված GPS դիտարկումներից ստացված արդյունքների հետ ցույց է տալիս, որ այն ոչ միարժեք է մեկնաբանվում (Նկ. 5.16): Դա պայմանավորված է ոչ միայն ուսումնասիրվող տարածքի անհամասեռ երկրաբանական կառուցվածքով, այլ նաև փաստում է ռեգիոնալ լարումների ազդեցության հետևանքով բեկվածքների երկայնքով և դրանցով սահմանափակված բլոկների ներսում առաձգական դեֆորմացիաների բնույթի և արագության տարածաժամանակային փոփոխությունների մասին, որոնք որոշակի կերպով իրենց արտահայտումն են գտնում տեկտոնամագնիսական դաշտում:

Երթուղիների երկայնքով հայտնաբերված տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալիաներն արտացոլում են Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրակեղևի ժամանակակից տեկտոնական շարժումները և գլխավորապես կապված են Երևան-Նախիջևանի, Գառնիի, Փամբակ-Սևանի, Ազատ-Սևանի ակտիվ բեկվածքներին հարող տարածքներում առաջին 10 կմ խորություններում ընթացող երկրադինամիկ պրոցեսների և լարվածադեֆորմացիոն վիճակի տարածաժամանակային փոփոխությունների հետ:



Նկար 5.16. Դեֆորմացիաների արագություններն ու ուղղություններն ակտիվ բեկվածքային գոտիներում և բլոկների ներսում՝ ՀՀ կենտրոնական և հյուսիսային հատվածներում [123]:

GPS դիտարկումներից և մեր կողմից իրականացված մագնսաչափական դիտարկումներից ստացված տվյալների, ինչպես նաև երկրաշարժերի տարածաժամանակային բաշխման օրինաչափությունների համալիր վերլուծությունը թույլ են տալիս եզրակացնելու ՀՀ կենտրոնական տարածքում լարվածադեֆորմացիոն դաշտի տեղաբաշխվածության անհամասեռության մասին, ինչը թերևս պայմանավորված է տարածքի բավական բարդ երկրաբանատեկտոնական կառուցվածքով: ՀՀ տարածքը բեկորատված լինելով տարբեր չափսի և զանգվածի, անհամասեռ կառուցվածք ունեցող բլոկների՝ արդյունքում դեֆորմացվում է տարբեր

կերպ, ինչն ուղեկցվում է բլոկների ներսում ընթացող պրոցեսների տեղայնացմամբ և լարվածային դաշտի լիցքաթափմամբ առավելապես դրանց սահմանների (բեկվածքների) երկայնքով և փոխազդեցության գոտիներում (բեկվածքների հանգույցներում)՝ բնորոշվելով օջախների տեղաբաշխման խտության և երկրաշարժերի ինտենսիվության կտրուկ փոփոխություններով:

Այսպիսով՝ մեր կողմից իրականացված դաշտային մագնիսաչափական արդյունքների վերլուծությունը թույլ է տալիս եզրակացնել, որ տեկտոնամագնիսական ուսումնասիրությունների համար Արարատյան սեյսմափորձադաշտը հանդիսանում է հեռանկարային տարածք: Ուսումնասիրվող տարածքում դիտվում է տեկտոնամագնիսական դաշտի տարածաժամանակային անհամասեռություն՝ պայմանավորված տարածքի բավական բարդ երկրաբանաերկրաֆիզիկական, սեյսմատեկտոնական և երկրադինամիկական առանձնահատկություններով:

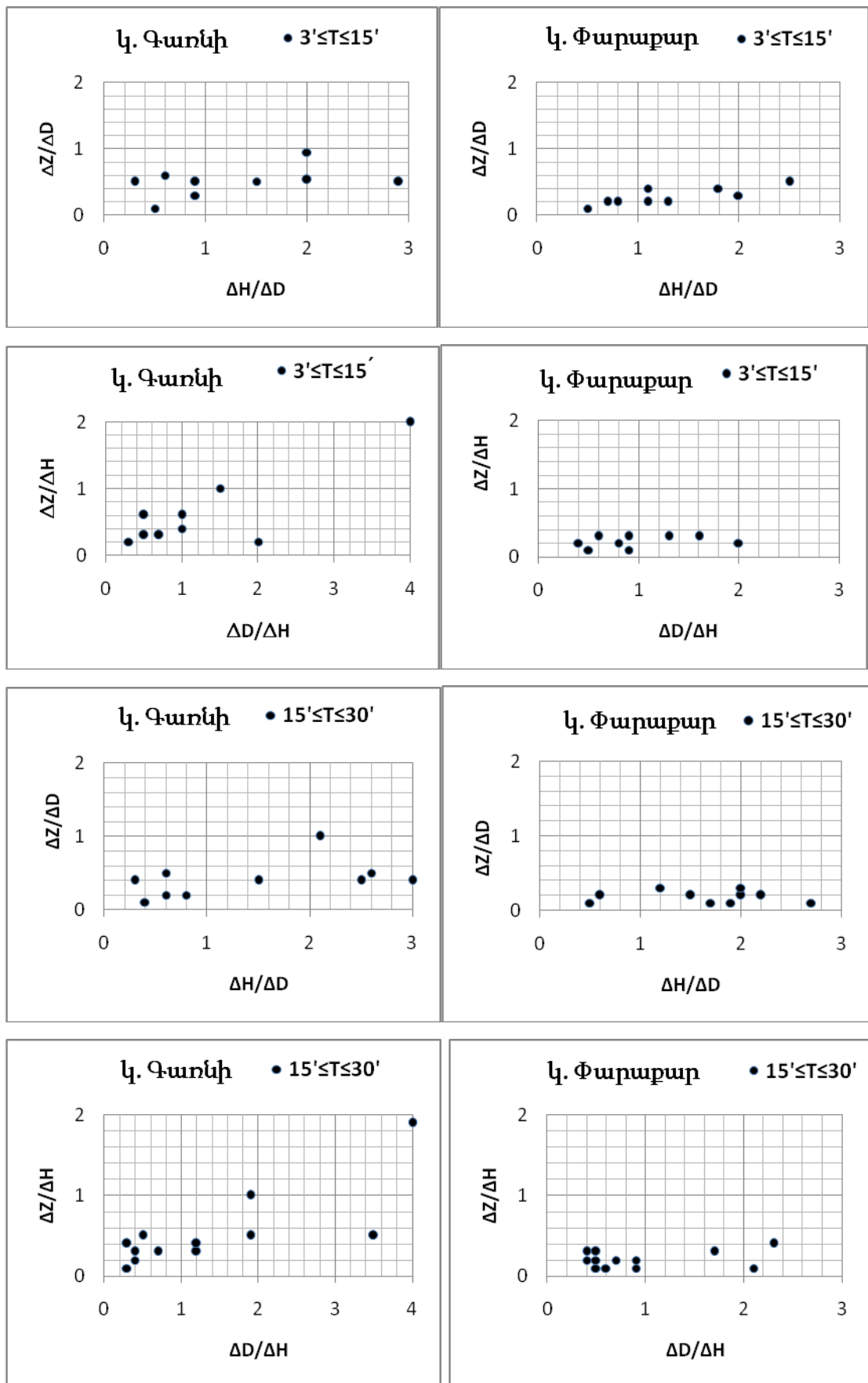
Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրաշարժերի տեկտոնամագնիսական նախանշաններ հայտնաբերելու համար նպատակահարմար է առնվազն երեք կետերում ստացիոնար գրանցող մագնիսական կայաններով իրականացնել դիտարկումներ, որոնցից ստացված արդյունքները համադրելով և համալիր վերլուծելով սեյսմավիճակագրական, գրավիչափական, ինչպես նաև գեոդեզիական և GPS կայանների չափումներից ստացված տվյալների հետ թույլ կտան առավել լիարժեք ուսումնասիրել տեկտոնամագնիսական դաշտի առանձնահատկություններն ու օրինաչափությունները՝ կապված երկրակեղևում ընթացող երկրադինամիկ պրոցեսների և լարվածադեֆորմացիոն վիճակի տարածաժամանակային փոփոխությունների հետ:

5.3. Էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման օրինաչափություններն երկրակեղևում ըստ խորության <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների միջև

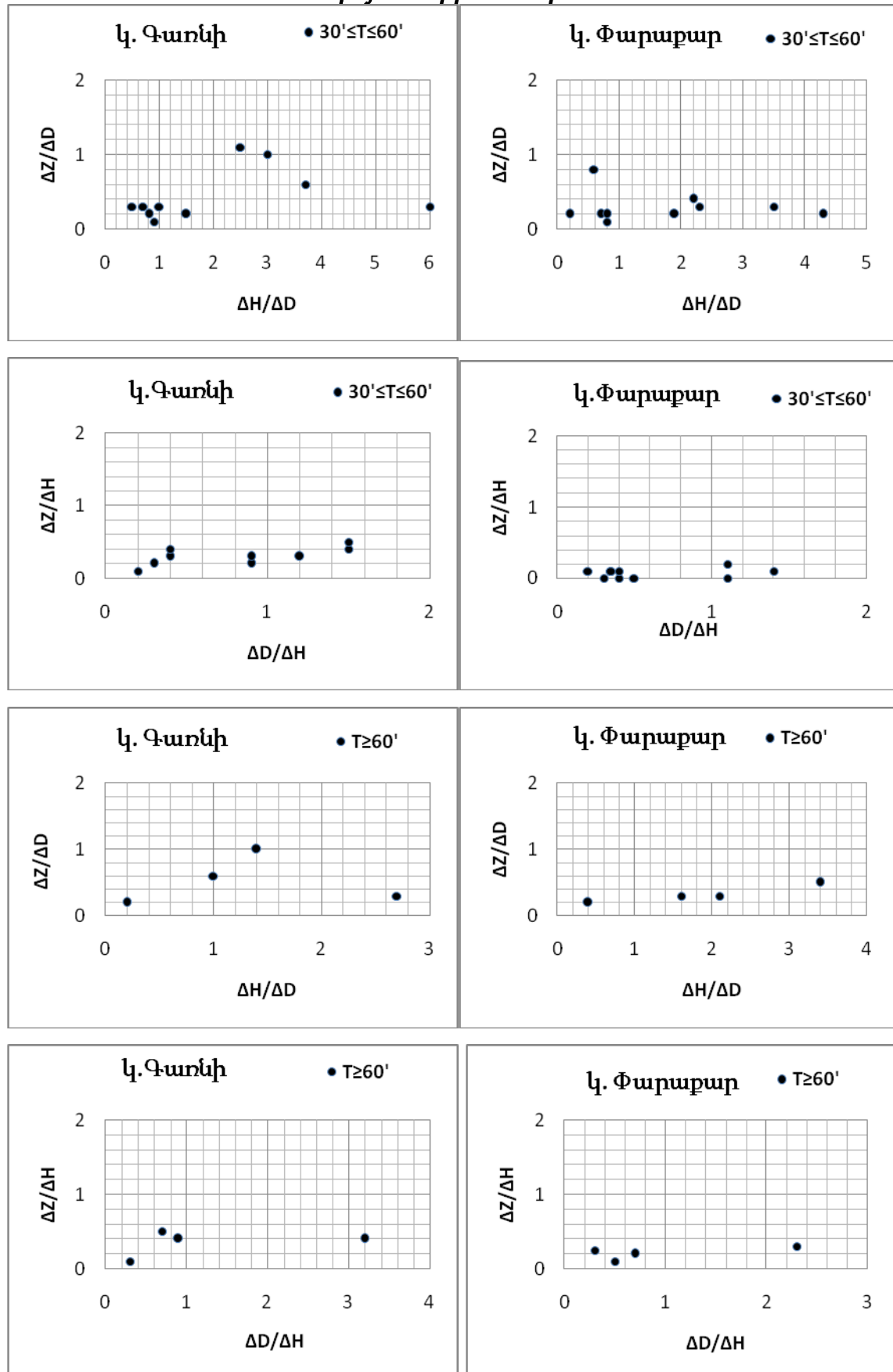
Էլեկտրահաղորդականությունը հանդիսանում է այն կարևոր պարամետրերից մեկը, որի միջոցով կարելի է բնութագրել Երկրի խորքում տեղակայված ապարների կազմն ու ֆիզիկական վիճակը: Էլեկտրահետախուզության մեջ օգտագործվող արհեստական դաշտերը, որպես կանոն, ունեն սահմանափակ խորքային տարածում: Հետևաբար, երկրակեղևի և վերին մանթիայի էլեկտրահաղորդականությունն ուսումնասիրելու համար ավելի նպատակահարմար է օգտագործել բնական էլեկտրամագնիսական դաշտերը, քանի որ դրանց թափանցման խորությունները՝ կախված իրենց պարբերությունից, կազմում են մի քանի կիլոմետրից մինչև 600-800 կմ: Այսինքն, վերլուծության ենթարկելով երկրամագնիսական վարիացիաները Երկրի մակերևույթին, կարող ենք հետևություններ անել տարբեր խորություններում տեղակայված ապարաշերտերի էլեկտրահաղորդականության վերաբերյալ [97, 98]:

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման օրինաչափություններն ըստ խորության բացահայտելու նպատակով <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների միջև նախկինում կատարված գրանցումների հիման վրա կատարվել է փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի բաղադրիչների (δH , δZ , δD) թմբածև վարիացիաների վերլուծություն ըստ $3' \leq T < 15'$, $15' \leq T < 30'$, $30' \leq T < 60'$, $T \geq 60'$ պարբերությունների, ինչը թույլ է տալիս պատկերացում կազմել մինչև 5 կմ, 5-10 կմ, 10-20 կմ և 20 կմ-ից մեծ խորություններում տեղադրված շերտերի էլեկտրահաղորդականության վերաբերյալ [28]:

<<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայաններում 1989-1990թթ. ընթացքում δT փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի δH , δZ և δD բաղադրիչների փոփոխությունների շուրջօրյա գրանցումներն իրականացվել են <<ИЗМИРАН-4>> եռաբաղադրիչ մագնիսավարիացիոն կայաններով (պտտման արագությունը՝ 20 մմ/ժամ, բաժանմունքի արժեքը՝ 0,35 նՏ/մմ):



Նկար 5.17. "Z"/"H", "D"/"H", "Z"/"D" և "H"/"D" հարաբերությունների մեծություններն ըստ $3' \leq T \leq 15'$ և $15' \leq T \leq 30'$ պարբերությունների՝ <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների համար:



Նկար 5.18. "Z"/"H", "D"/"H", "Z"/"D" և "H"/"D" հարաբերությունների մեծություններն ըստ $30' \leq T \leq 60'$ և $T \geq 60'$ պարբերությունների՝ <<Փառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների համար:

Նշված բաղադրիչների վարիացիաների ամպլիտուդաներն որոշվել են հետևյալ բանաձևերով.

$$A_{\delta D} = \frac{\Delta D_{max1} + \Delta D_{max2} - 2\Delta D_{min}}{2},$$

$$A_{\delta H} = \frac{\Delta H_{max1} + \Delta H_{max2} - 2\Delta H_{min}}{2},$$

$$A_{\delta Z} = \frac{\Delta Z_{max1} + \Delta Z_{max2} - 2\Delta Z_{min}}{2},$$

որտեղ ΔD_{max1} , ΔD_{max2} , և ΔD_{min} վարիացիաների էքստրեմալ արժեքներն են՝ արտահայտված միլիմետրերով (նույնը ΔH և ΔZ բաղադրիչների համար):

Ինչպես հայտնի է, Վիզեի վեկտորը՝ $\vec{C} = A\vec{i} + B\vec{j}$, որտեղ A-ն և B-ն փոխանցման ֆունկցիաներ են և հանդիսանում են գծային համապատասխանության գործակիցներ երկրամագնիսական դաշտի բաղադրիչների միջև [36, 98, 149].

$$\Delta Z = A\Delta H + B\Delta D \text{ կամ}$$

$$\frac{\Delta Z}{\Delta H} = \frac{A\Delta H}{\Delta H} + \frac{B\Delta D}{\Delta H}; \quad \frac{\Delta Z}{\Delta D} = \frac{A\Delta H}{\Delta D} + \frac{B\Delta D}{\Delta D}$$

Յուրաքանչյուր կայանի համար առանձին հաշվարկվել են ամպլիտուդաների հարաբերությունները փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի բաղադրիչների միջև ըստ համապատասխան պարբերությունների՝ հաշվի առնելով նաև վարիացիայի նշանը (Նկ. 5.17 և Նկ. 5.18).

$$\frac{\Delta Z}{\Delta H} = Y, \quad \frac{\Delta Z}{\Delta D} = Y_1, \quad \frac{\Delta D}{\Delta H} = X, \quad \frac{\Delta H}{\Delta D} = X_1, \text{ այսինքն՝}$$

$$Y = A + BX \quad \text{և} \quad Y_1 = AX_1 + B$$

Օգտագործելով ամենափոքր քառակուսիների մեթոդը, ստացվել են՝

$$K = \frac{n \sum_{k=1}^n (X_k \cdot Y_k) - \sum_{k=1}^n (X_k) \cdot \sum_{k=1}^n (Y_k)}{n \cdot \sum_{k=1}^n (X_k^2) - \sum_{k=1}^n (X_k)^2}, \quad b = \frac{1}{n} \left(\sum_{k=1}^n Y_k - K \cdot \sum_{k=1}^n X_k \right),$$

որտեղ $b = A$, եթե բանաձևում X_k -ի և Y_k -ի փոխարեն օգտագործվել են X և Y ,

$b = B$, եթե բանաձևում X_k -ի և Y_k -ի փոխարեն օգտագործվել են X_i և Y_i :

Յուրաքանչյուր կայանի համար որոշվել են միջին ամսեկան մեծություններն ($\bar{A}$ և $\bar{B}$) ըստ համապատասխան պարբերությունների.

$$\bar{A} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{k=1}^m A_k, \quad \bar{B} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{k=1}^m B_k$$

A և B գործակիցներով որոշվում է Վիգեի վեկտորի C մեծությունը՝ $C = \sqrt{A^2 + B^2}$:

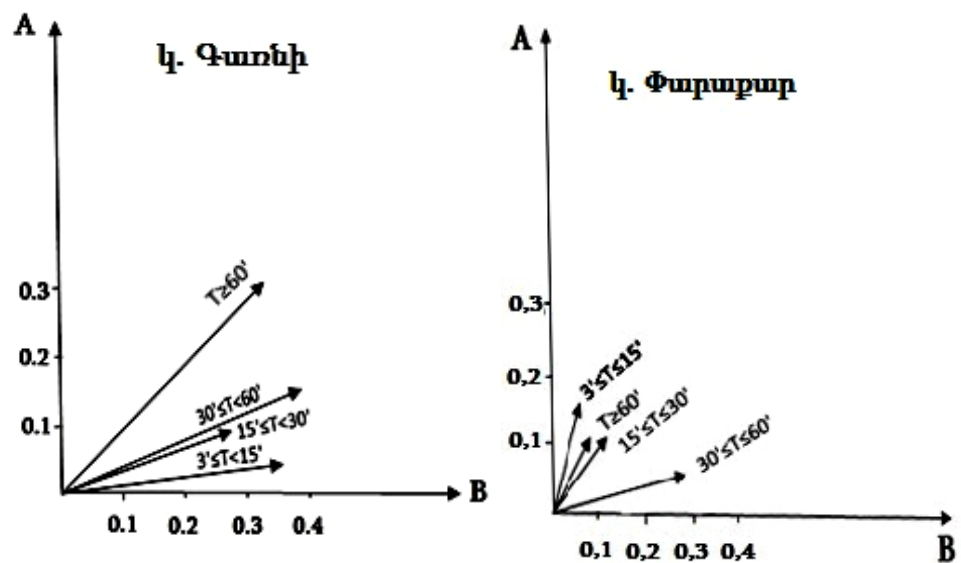
Վիգեի վեկտորների բացարձակ մեծությունները՝ հաշվարկված <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների համար ըստ $3' \leq T \leq 15'$, $15' \leq T \leq 30'$, $30' \leq T \leq 60'$, $T \geq 60'$ պարբերությունների, բերված են Աղյուսակ 5.1-ում [28]:

Աղյուսակ 5.1

Պարբերություն (T)	<<Գառնի>>	<<Փարաքար>>	Ուսումնասիրման խորություն (կմ)
$3' \leq T \leq 15'$	0,36	0,18	< 5
$15' \leq T \leq 30'$	0,29	0,15	5-10
$30' \leq T \leq 60'$	0,41	0,28	10-20
$T \geq 60'$	0,44	0,12	> 20

<<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայաններում մագնիսավարիացիոն զոնդավորման (ՄՎԶ) արդյունքում ստացված տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ նշված կայանների միջև ըստ խորության առկա է էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման անհամասեռություն: Դատելով Վիգեի վեկտորների բացարձակ մեծություններից, կարելի է եզրակացնել, որ <<Գառնի>> կայանի տարածքում երկրակեղևի խորքում տեղադրված ապարների էլեկտրահաղորդականությունն համեմատաբար բարձր է, քան <<Փարաքար>> կայանի տարածքում խորքում տեղադրված ապարներինը: Ընդ որում, <<Գառնի>> կայանի

տարածքում մինչև 5 կմ և 10 կմ-ից մեծ խորություններում տեղադրված շերտերն ավելի հաղորդիչ են, քան 5-10 կմ խորություններում տեղադրված շերտերը: Ինչ վերաբերում է <<Փարաքար>> կայանին, ապա դրա տարածքում ապարների էլեկտրահաղորդականությունն ըստ խորության փոփոխվում է այլ օրինաչափությամբ և համեմատաբար բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ առանձնանում են 10-20 կմ խորություններում տեղադրված շերտերը, իսկ ահա դրանցից ինչպես վերև, այնպես էլ ներքև տեղադրված ապարաշերտերը բնորոշվում են համեմատաբար ցածր էլեկտրահաղորդականությամբ (Նկ. 5.19):



Նկար 5.19. Վիզելի վեկտորները՝ որոշված <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների համար ըստ $3 \leq T < 15'$, $15' \leq T < 30'$, $30' \leq T < 60'$ և $T \geq 60'$ պարբերությունների:

<<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայաններում ММП-203 պրոտոնային մագնիսաչափերով (չափման ճշտությունը՝ ± 1 նՏ) կատարված թվով 100 սինքրոն չափումներից, ինչպես նաև մագնիսավարիացիոն կայանների գրանցումներից ստացված տվյալների վերլուծության համաձայն՝ փոփոխական երկրամագնիսական դաշտի վարիացիաների տարածական գրադիենտների փոփոխությունները միմյանցից 30 կմ հեռավորության վրա տեղակայված <<Գառնի>> ու <<Փարաքար>> կայանների միջև կազմել են միջինում 2-3 նՏ (առանձին դեպքերում 5-10 նՏ) և պայմանավորված

են դիտման կետերում երկրակեղևի վերին շերտերի էլեկտրահաղորդականության անհամասեռությունների հետ, այլ ոչ թե գործիքային սխալով [24, 25, 31]:

ՀՀ տարածքում տարբեր խորություններում տեղակայված էլեկտրահաղորդիչ շերտերի գոյությունը հաստատված է նաև նախկինում կատարված ուսումնասիրություններով: Այսպես, ՀՀ տարածքը հյուսիսից հարավ հատող երթուղու երկայնքով հայտնաբերվել են բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ բնորոշվող անոմալ գոտիներ, որոնք տեղակայված են 10-15 կմ, 20-40 կմ և 60-100 կմ խորությունների վրա [39, 52, 112]: Վեդիի շրջանում իրականացված մագնիսաթելուրական զոնդավորման արդյունքում հեղինակները [52] հայտնաբերեցին անոմալ հաղորդիչ շերտեր՝ տեղակայված 4,5 կմ, 10,5 կմ և 18 կմ խորություններում: Հաղորդիչ շերտեր հայտնաբերվեցին նաև Հայաստանի տարածքի այլ հատվածներում՝ 25 կմ և 50-55 կմ խորություններում [112]: 20 կմ կարգի խորություններում հայտնաբերված էլեկտրահաղորդիչ գոտին հեղինակների կողմից մեկնաբանվում է որպես ամբողջական, բարձր հաղորդականությամբ բնորոշվող լակոլիտանման մարմին, որը ձգվում է անոմալ բարձր ջերմային հոսքի խտություն ունեցող գոտու երկայնքով:

Բարձր էլեկտրահաղորդականության հիմնական պատճառներից մեկը կարող է հանդիսանալ փոխակերպային ապարների դեհիդրատացումը բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում: Այսպես, լաբորատոր փորձերը ցույց տվեցին, որ որոշակի թերմոդինամիկ պայմաններում լեռնային ապարի նմուշում ֆլյուիդների ֆիլտրացիայի արդյունքում նմուշի էլեկտրական դիմադրությունը (ρ_k) փոխվում է մոտ 20%-ով: Խոնավացման արդյունքում դիտվում են ինչպես ρ_k -ի, այնպես էլ սեյսմիկ ալիքների տարածման արագության նվազում [145]: Համաձայն [89]՝ ճնշման, ջերմաստիճանի ($>200^{\circ}\text{C}$) և հանքայնացման բարձրացմանը զուգընթաց ρ_k -ն նվազում է 10% և ավել, մասնավորապես, NaCl լուծույթի դեպքում այն կազմում է 0,08 օմ/մ, իսկ CaCl_2 -ի դեպքում՝ 0,09 օմ/մ: Հաստատված է նաև, որ ֆլյուիդում ածխաթթու գազի առկայությունը $150\text{-}400^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանի և լիթոստատիկ ճնշման պայմաններում ρ_k -ի զգալի փոփոխության չի հանգեցնում [89, 128, 137]:

Երկրակեղևում ֆլյուիդների տեղաշարժման համար կարևոր պայմաններից են հանդիսանում ապարների ծակոտկենությունը, ճեղքավորվածությունը և որոշակի

ուղղիների առկայությունը, որոնք ապահովում են հեղուկի տեղաշարժը ապարներում: Այդ առումով հատկապես կարևոր դերակատարում ունեն խորքային բեկվածքները, որոնք հատում են Մոհոյի սահմանը: Անհրաժեշտ են նաև ֆլյուիդալ հոսքերի աղբյուրների առկայություն և երկրակեղևի որոշակի գոտիներում դրանց երկարատև պահպանման հնարավորություն [38, 60]:

Այսպիսով, տեկտոնական ակտիվ գոտիներում բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում ապարները կարող են ենթարկվել ռեգրեսիվ փոխակերպման, որն ուղեկցվում է դեհիդրատացմամբ և համեմատաբար փոքր հզորության բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ բնորոշվող շերտի առաջացմամբ [39]:

Ներկայումս ՀՀ տարածքը բնորոշվում է բարձր սեյսմաակտիվությամբ և հիդրոթերմալ աղբյուրների լայն տարածմամբ: Համաձայն գեոթերմիկ շրջանացման սխեմայի [97]՝ ՀՀ տարածքում ըստ գեոթերմիկ գրադիենտի և ջերմային հոսքի խտության առանձնացվում են երեք գոտիներ: Դրանք, ինչպես և գրավիտացիոն ու մագնիսական դաշտերի գոտիներն, ունեն ընդհանուր կովկասյան տարածում և համընկնում են հիմնական երկրատեկտոնական գոտիների հետ, ինչը թույլ է տալիս ենթադրել նրանց պատճառական կապի մասին:

Ջերմային հոսքի բարձր արժեքների մարզը ներառում է ՀՀ տարածքի կենտրոնական հատվածը՝ Հանքավան-Ջանգեզուրի երկրատեկտոնական գոտին, որտեղ Q-ի արժեքը գերազանցում է 2 մկ·կալ/(վ·սմ²): Ջերմային հոսքի ամենաբարձր արժեքներ դիտվում են Հանքավանի և Ջերմուկի թերմալ աղբյուրների շրջաններում՝ կազմելով համապատասխանաբար 3.03 մկ·կալ/(վ·սմ²) և 3.75 մկ·կալ/(վ·սմ²):

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում գեոթերմիկ գրադիենտի և ջերմային հոսքի խտության ցածր և միջին արժեքներ դիտվում են Արարատյան իջվածքի, Կարմրաշենի, Եղվարդի, Կոտայքի և Ողջաբերդի սարահարթերում, ինչպես նաև Ազատ և Վեդի գետերի միջև ընկած տարածքում: Ընդհանուր առմամբ 1000 մ խորություններում ջերմաստիճանը հասնում է 38-41°C, իսկ 2000 մ խորության դեպքում՝ 70-75°C: Մասնավորապես, Գառնիի երկրաֆիզիկական դիտարանի շրջակայքում փորված հորատանցքերում կատարված չափումների համաձայն Գառնի-1 հորատանցքում 720 մ խորության վրա ջերմաստիճանը կազմել է 42°C, Ազատ-1-ում՝

2200 մ խորությունում՝ 80°C, իսկ ահա Շոռաղբյուր-1 հորատանցքում 4500 մ խորության վրա գրանցվել է 145°C ջերմաստիճան: Ամեն դեպքում, գետթերմիկ գրադիենտը խորության մեծացմանը զուգընթաց նվազում է, ինչը հավանաբար կապված է ապարների խտության օրինաչափ մեծացման, հետևաբար և ջերմահաղորդականության մեծացման հետ:

Այսպիսով՝ ՀՀ կենտրոնական հատվածում առանձնանում է մերձլայնակի ուղղությամբ ձգված գոտի, որը բնորոշվում է բարձր ջերմաստիճանային գրադիենտով (5°C /100մ) և ջերմային հոսքի խտությամբ [68]:

Հետևաբար, հաշվի առնելով ՀՀ կենտրոնական տարածքի երկրաբանատեկտոնական պայմանները, երկրաջերմային դաշտի առանձնահատկությունները և խորքային բեկվածքների առկայությունը, կարող ենք ասել, որ հավանաբար տեղի են ունենում ֆլյուիդալ հոսքերի անցում մանթիայից դեպի երկրակեղևի վերին շերտեր: Ուստի Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում և մասնավորապես <<Գառնի>> ու <<Փարաքար>> կայանների միջև համապատասխան խորություններում էլեկտրահաղորդիչ շերտերի գոյությունն ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է երկրադինամիկ պրոցեսների արդյունքում ակտիվ ինֆիլտրացիոն գործընթացներով, որոնք հանգեցնում են ապարների ֆիզիկական հատկությունների փոփոխության, ինչի արդյունքում էլ փոխվում է միջավայրի էլեկտրական դիմադրությունը:

Այդ իմաստով, ուսումնասիրվող տարածքում էլեկտրահաղորդականության փոփոխությունները կարող են հանդիսանալ նաև տարածքում առկա լարվածադեֆորմացիոն վիճակի փոփոխման ցուցանիշներից մեկը [35, 50, 51, 98, 108, 111]:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված տեկտոնամագնիսական ծագման անոմալիաների տարածաժամանակային առանձնահատկությունները բացահայտելու նպատակով Երևան-Սևան, Երևան-Ապարան, Երևան-Թալին, Երևան-Արմավիր, Երևան-Գեղարդ և Երևան-Սուրենավան երթուղիներով իրականացվել են մագնիսաչափական դիտարկումներ:

Կատարված ուսումնասիրությունների և ստացված արդյունքների վերլուծությունն ու ընդհանրացումը թույլ են տալիս անել հետևյալ հիմնական եզրահանգումները և առաջարկությունները.

1. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրաշարժերի օջախների ոչ խորը տեղադրումը, ակտիվ բեկվածքների, սեղմման և ընդարձակման գոտիների առկայությունը, բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում ապարների մագնիսական հատկությունների ուսումնասիրություններից, ինչպես նաև վեց երթուղիներով իրականացված մագնիսաչափական դիտարկումներից ստացված արդյունքների վերլուծությունը թույլ են տալիս եզրակացնել, որ տեկտոնամագնիսական ուսումնասիրությունների համար Արարատյան սեյսմափորձադաշտը հանդիսանում է հեռանկարային տարածք:
2. Արարատյան սեյսմափորձադաշտը բնորոշվում է բավական բարդ մագնիսական դաշտով, իսկ վերջինիս առանձնահատկությունները գլխավորապես պայմանավորված են տարածքի անհամասեռ երկրաբանական կառուցվածքով, մասնավորապես լեռնային ապարների կազմի ու հզորության փոփոխությամբ, ինչպես նաև բազմաթիվ տեկտոնական խախտումների առկայությամբ:

3. Բացահայտված և հիմնավորված են տեկտոնամագնիսական անոմալիաների տարածաժամանակային առանձնահատկություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում՝ պայմանավորված տարածքի բավական բարդ երկրաբանաերկրաֆիզիկական, սեյսմատեկտոնական և երկրադինամիկական առանձնահատկություններով:
4. Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրաշարժերի էպիկենտրոնները հիմնականում ունեն ցրված բաշխվածություն, դիտվում են նաև կուտակումներ խորքային ակտիվ բեկվածքների երկայնքով և դրանց հանգույցներին հարող հատվածներում: Հիպոկենտրոնները գտնվում են մեծամասամբ մինչև 10 կմ խորություններում:
5. Կազմվել են Երևան-Սևան, Երևան-Ապարան, Երևան-Թալին, Արմավիր-Երևան, Երևան-Գառնի և Երևան-Երասխ խորքային երկրաբանական կտրվածքներ (1:200 000 Մ)՝ ելնելով փաստացի երկրաբանատեկտոնական, երկրաֆիզիկական, սեյսմազոնոգրաման, ինչպես նաև խորքային հորատանցքերից ստացված տվյալների համալիրից:
6. Կազմվել է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի ΔT_a անոմալ մագնիսական դաշտի 1:200 000 Մ քարտեզը՝ Surfer-12 համակարգչային ծրագրի հիման վրա:
7. Կազմվել է Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքի երկրամագնիսական դաշտի լրիվ վեկտորի մոդուլի (T) իզոպորների 1:200 000 Մ քարտեզը 2013-2015 թթ. համար՝ Surfer-12 համակարգչային ծրագրի հիման վրա:
8. Հիմնավորված է, որ <<Գառնի>> և <<Փարաքար>> կայանների միջև երկրակեղևում ըստ խորության առկա է էլեկտրահաղորդականության տեղաբաշխման անհամասեռություն՝ պայմանավորված երկրադինամիկ պրոցեսների արդյունքում ակտիվ ինֆիլտրացիոն գործընթացներով:
9. ՀՀ կենտրոնական տարածքում երկրակեղևում սեյսմատեկտոնական պրոցեսներով պայմանավորված լարվածադեֆորմացիոն վիճակի փոփոխությունները տարածության և ժամանակի մեջ գնահատելու նպատակով առաջարկվում է նշված տարածքում իրականացնել համալիր

ուսումնասիրություններ, մասնավորապես մագնիսաչափական, գրավիչափական, երկրաքիմիական, GPS և գեոդեզիական, որի համար անհրաժեշտ է.

- առնվազն երեք դիտման կետերում իրականացնել երկրամագնիսական դաշտի ստացիոնար գրանցումներ պրոտոնային մագնիսաչափերով:

- երթուղային չափումներն իրականացնել տարեկան առնվազն 2 անգամ, միևնույն ժամանակ ապահովելով դաշտի անընդհատ գրանցումներ՝ ավտոմատ մագնիսավարիացիոն կայաններով (առնվազն երեք կետերում):

- ստացված արդյունքները համադրել և համալիր վերլուծել սեյսմավիճակագրական, գրավիչափական, հիդրոերկրաքիմիական, ինչպես նաև գեոդեզիական ու GPS կայանների չափումներից ստացված տվյալների հետ:

- առաջարկվում է օգտագործված մեթոդիկան կիրառել նաև ՀՀ մյուս սեյսմափորձադաշտերում ևս, մասնավորապես, Ջանգեզուրի և Շիրակի:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Բայրամյան Ա.Լ.** Տեկտոնամագնիսական էֆեկտների հետազոտությունն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում երկրակեղևի ժամանակակից շարժումների ուսումնասիրության նպատակով: // ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր: Երկրաբանություն և աշխարհագրություն, 2014, №3, էջ 25-30:
2. **Բայրամյան Ա.Լ.** Երկրաշարժերի տարածաժամանակային բաշխման օրինաչափություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում: // ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր: Երկրաբանություն և աշխարհագրություն, 2015, №2, էջ 28-33:
3. **Բայրամյան Ա.Լ.** Երկրամագնիսական դաշտի անոմալ փոփոխությունների տարածաժամանակային առանձնահատկություններն Արարատյան սեյսմափորձադաշտի տարածքում: // Կրթությունը և գիտությունը Արցախում, 2015, 3-4, էջ 115-119:
4. **ՀՀ և ԼՂՀ տարածաշրջանային քարտեզ:** <http://phoenixtour.org/useful-info/map-of-armenia-and-nagorno-karabakh/>
5. **Հարությունյան Ն.Վ.** Գեոդեզիական մեթոդներով երկրակեղևի ձևախախտումների դինամիկայի ուսումնասիրումը մերձերևանյան գեոդինամիկական պոլիգոնում: // Երկրաբ. գիտ. թեկն. գիտ. աստիճ. հայց. ատ. սեղմագիր: ՃՇՀԱՀ, Երևան, 2014, 24 էջ:
6. **Սարգսյան Հ.Հ.** Հայկական ՍՍՀ ռեգիոնալ երկրատեկտոնիկա: Երևանի համալսարանի հրատարակչություն, Երևան, 1989, 493 էջ:
7. **Ստեփանյան Վ.Ա.** Երկրաշարժերը Հայկական լեռնաշխարհում և հարակից շրջաններում: Հայաստանի հրատ., Երևան, 1964, 321 էջ:

8. **Абдуллабеков К.Н. Головков В.П.** К возможности обнаружения сейсмамагнитного эффекта на Приташкентском районе. // Геомagnetизм и аэрономия, 1970, Т.Х, № 6, с.1132-1133.
9. **Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х.** Вариации геомагнитного поля сейсмоактивных районов. Изд. “Фан” УзССР, 1975г, 128 с.
10. **Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И., Юсупов В.Р.** Исследование локальных вариаций геомагнитного поля техногенной и геодинамической природы в районе водохранилище Чарвак. // “Экология хабарномаси-Экологический вестник”, №4, 2012, с. 11-13.
11. **Абдуллабеков К.Н., Муминов М.Ю., Туйчиев А.И.** Геомагнитный мониторинг сейсмической ситуации в Узбекистане. // Пятые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2009 г., с. 4-10:
12. **Аванесян М.А.** Геолого-структурные особенности Ереван-вединского грабен-синклинория. // Автореферат канд. диссертации. Ереван, 2004, 29 с.
13. **Авчян Г.М.** Влияние всестороннего давления до 8000 кг/см² на различные виды остаточной намагниченности горных пород. // Изв. АН СССР, Физика Земли, 1967, №7, с. 70-76.
14. **Агамалян В.А.** Кристаллический фундамент Армении. // Автореферат доктор. диссертации. Ереван, 1998, 84 с.
15. **Адушкин В.В., Рябова С.А., Спивак А.А., Харламов В.А.** Отклик сейсмического фона на геомагнитные вариации. // ДАН, Т.444, №3, Май-2012, с. 304-308.
16. **Акопян Ц.Г.** Аномальное магнитное поле и его геологическое истолкование. В кн.: Геология Арм. ССР. Т.Х, Геофизика. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1972, с. 84-121.
17. **Акопян Ц.Г.** Магнитное поле Араратской котловины Арм. ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван 1960. 135 с.
18. **Акопян Ц.Г.** Магнитное поле и палеомагнетизм кайнозойских эффузивных пород Арм. ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1963. 174 с.

19. **Акопян Ц.Г., Нагапетян В.В., Сковородкин Ю.П.** Изучение пьезоостаточной и вязкой намагниченности горных пород сейсмоактивных зон Арм. ССР под давлением. В кн. Физические свойства горных пород и минералов при высоких давлениях и температурах. Тбилиси, 1974, с. 204-206.
20. **Арзуманян С.К.** Новые данные о калиеносности соленосных отложений юго-западной части Арм. ССР и их перспективы. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1970, №2, с. 31-39.
21. **Арзуманян С.К., Закарян А.А.** Геологическое строение Октемберян-Масисского прогиба и характер минеральных рассолов. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1968, №6, с. 54-60.
22. **Асланян А.Т., Вегуни А.Т., Милай Т.А., Никольский Ю.И., Сироткина Т.Н.** Основные черты тектоники Арм. ССР в свете новых геолого-геофизических данных. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1975, №6, с. 35-51.
23. **Асланян А.Т.** Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958. 340 с.
24. **Ахвердян Л.А.** Магнитоупругие, электромагнитные и электроупругие эффекты, предшествующие сильным землетрясениям на Араратском сейсмопрогностическом полигоне. // Автореферат доктор. диссертации. Ереван, 2006, 50 с.
25. **Ахвердян Л.А., Манукян М.Р., Оганесян С.М.** Электромагнитные предвестники на Араратском сейсмополигоне. // Сб. научных трудов конф. посвящ. памяти А.Г. Бабаджаняна. Гюмри, 1999, с. 12-14.
26. **Ахвердян Л.А., Нагапетян В.В.** Тектономагнитные исследования на территории Армении. Изд. АН Арм ССР. Ереван, 1985, 220 с.
27. **Бадалян М.С., Киракосян А.А., Осипова И.Б.** Границы раздела в земной коре Армении по сейсмическим данным. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1986, №1, с. 42-52.
28. **Байрамян А.Л.** Закономерности распределения электропроводности в земной коре на территории Араратского сейсмополигона (АСП). // Сб. науч. трудов "Геология в развивающемся мире". Пермь, 2015, т. 2, с. 365-368.

29. **Байрамян А.Л., Ахвердян Л.А.** Магнитоупругий эффект на Араратском сейсмополигоне градиентным способом измерения модуля полного вектора напряженности геомагнитного поля. // Вестник инженерной академии Армении, 2014, т. 11, №2, с. 395-397.
30. **Байрамян А.Л., Ахвердян Л.А.** Оценка методических ошибок при изучении аномалии "векового хода" в пределах Араратского сейсмополигона (АСП). // Образование и наука в Арцахе, 2014, 1-2, с. 109-113.
31. **Байрамян А.Л., Ахвердян Л.А.** Пространственные различия вариаций переменного электромагнитного поля на Араратском сейсмополигоне. // Ученые записки ЕГУ. Геология и география, 2014, №2, с. 34-36.
32. **Байрамян А.Л., Мурадян Г.С., Аванесян М.А.** Результаты исследований современных движений земной коры на Араратском сейсмопрогностическом полигоне по магнитным профилям. // Сб. науч. трудов I Межд. конф. молодых ученых по современным задачам геофизики, инж. сейсмологии и сейсмостойкого строительства (посвящ. 70-летию основания НАН РА). Цахкадзор, 12-16 мая 2013, с.174-179.
33. **Барсуков О.М., Ахвердян Л.А.** Изучение модуля напряженности полного вектора на профиле Кафан-Гярд. Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения. Изд. АН Арм ССР, 1973, с. 247-250.
34. **Барсуков О.М., Безуглая Л.С., Вадковский В.Н., Сковородкин Ю.П.** О природе одной из аномалий векового хода магнитного поля Земли. // Изв. АН ССР, Физика Земли, 1968, №9, с. 85-89.
35. **Безуглая Л.С., Прохоров А.А., Сковородкин Ю.П., Тоноян Е.П.** Использование Sq-вариаций для изучения сеймотектонических процессов. // ДАН Арм. ССР, т. LXXXII, № 1, 1986, с. 33-37.
36. **Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И.** Магнитотеллурическое зондирование горизонтально-однородных сред. М.: Недра, 1992. 249 с.
37. **Бозорт Р.М.** Ферромагнетизм. М.: ИЛ, 1956. 784 с.

38. **Брыксин А.В., Хлестов В.В.** Природа внутрикорового волновода в континентальных рифтовых зоны и областях современной активации // Геология и геофизика, 1980, №8, с. 87-95.
39. **Ваньян Л.Л., Демидова Т.А., Яникян В.О., Чернявский Г.А.** Геоэлектрическая модель недр Армянской ССР. // Изв. АН СССР. Физика Земли, 1987, №1, с. 79-87.
40. Вероятностная оценка сейсмической опасности площадки Армянской АЭС на основе существующих данных, Отчет, фонд НССЗ, Ереван, 2004, 80 с.
41. **Габриелян А.А.** Основные вопросы тектоники Армении. Ереван, 1959, 185 с.
42. **Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П.** Сейсмотектоника Армянской ССР. Изд. Ереванского университета, Ереван, 1981, 284 с.
43. **Геодакян Э.Г., Оганесян С.М.** Об активизации слабой сейсмичности центральной Армении. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2011, 64, №3, с. 27-39.
44. Геология Армянской ССР, т. X. Геофизика. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
45. **Головков В.П., Коломийцева Г.И.** Разделение векового хода геомагнитного поля по временному принципу. // Геомагнетизм и аэрономия, 1970, т.Х, №5.
46. **Головков. В.П.** Аномальные изменения геомагнитного поля в сейсмоактивном районе. // Геомагнетизм и аэрономия, 1969, т.IX, №6, с. 1123-1124.
47. **Головков. В.П., Иванов Н.А., Пудовкин И.М., Шапиро В.А.** Инструкция по поискам и изучению векового хода геомагнитного поля. М., 1977, 24 с.
48. **Грабовский М.А.** Изменение магнитных свойств магнетита под действием механических напряжений. // Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., 1949, т. XIII, №2, с. 443-450.
49. **Грабовский М.А., Пархоменко Э.И.** Об изменений магнитных свойств магнетитов под действием больших сжимающих напряжений. // Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1953, №5, с. 405-419.
50. **Григорян А.Г.** Изменения локального геомагнитного поля внешнего происхождения на примере Армении. // Физика Земли, 2007, № 6, с. 88-95.
51. **Григорян А.Г., Назаретян С.Н., Ахвердян Л.А., Оганесян Г.А.** Пространственно-временные изменения электромагнитной индукции в земной коре и верхней

мантии на территории Армении. // Изд. Науки о Земле НАН РА, Труды науч. конф., посвящ. 10-летию Спитакского землетрясения, по проблемам изучения землетрясений, Ереван, 27-28 октября 1998г. Спец. выпуск, Ереван, 1999, № 4, с. 28-29.

52. **Григорян Д.С., Шахназарян А.Д.** Об электропроводности земной коры и верхней мантии по линии Бавра-Бюракан-Гехард-Кечут. // Изв. АН Арм.ССР, Науки о Земле, 1984, №5, с. 73-76.
53. **Гульелми А.В., Зотов О.Д.** О магнитных возмущениях перед сильными землетрясениями. // Изв. РАН, Физика Земли, Февраль-2012, №2, с. 84-87.
54. **Егоркина Г.В., Соколова И.А., Егорова Л.М.** Изучение глубинных разломов по материалам станции “Земля”. В кн.: Геофизические поля и сейсмичность. М.: Наука, 1975, с. 63-69.
55. **Калашников А.Г., Капица С.П.** Магнитная восприимчивость горных пород при механических напряжениях. // ДАН СССР, т. 86, 1952, №3, с. 521-523.
56. **Капица С.П.** Магнитные свойства изверженных горных пород при механических напряжениях. // Изв. АН СССР, сер. Геофиз. 1955, №6, с. 489-504.
57. **Карапетян Н.К.** Сейсмогеодинамика и механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1990. 264 с.
58. **Караханян А.С.** Активные разломы и сильные землетрясения Анатолийско-Малокавказского орогена. // Автореферат диссертации на соискание учен. степени доктора геол.-мин. Наук. Москва, 1995, 47 с.
59. Каталог землетрясений территории РА и сопредельных районов. Фонды НССЗ МЧС РА. Ереван, 2016, 490 с.
60. **Киссин И.Г.** Флюидонасыщенность земной коры, электропроводность, сейсмичность. // Изв. АН СССР, Физика Земли, №4, 1996, с. 30-40.
61. **Кузнецова В.Г.** Сравнение геомагнитных вариации, зарегистрированные в ряде пунктов Закарпатья. // Геомагнетизм и аэрономия, 1969, №6, с. 1120-1123.

62. **Ларионов В.А.** Изучение временных изменений аномальных магнитных полей на Байкальском геодинамическом полигоне. // Современные движения земной коры. Новосибирск, 1976, с. 48-54.
63. **Меликсетян Б.М., Архипов Б.К., Капралов Г.П., Мещерякова В.Б.** Особенности тектоно-магматического развития и закономерности размещения магматизма и оруденения в Южной части Малого Кавказа (Сообщ. 1). // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1975, №6, с. 52-69.
64. **Мердерфельд Б.Е.** Локальные и региональные источники вековых вариаций по данным геомагнитных наблюдений на территории Дальнего Востока, // В сб.: Тезисы докладов VIII конференции по вопросам постоянного поля, палеомагнетизма и магнетизма горных пород. М. 1970, с. 97.
65. **Милановский Е.Е., Хаин В.Е.** Геологическое строение Кавказа. Изд. МГУ, М., 1963. 357 с.
66. **Минасян Дж.О.** Природа и стабильность естественной остаточной намагниченности некоторых эффузивных пород Армении. // Тез. докл. съезда по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма, ч. II, М., 1976.
67. **Мириджанян Р.Т.** Геотермическое районирование территории Армянской ССР. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1965, № 3-4, с. 67-74.
68. **Мириджанян Р.Т.** О природе аномального повышенного геотермического поля центрального района Армянского ССР и вопрос его сейсмичности. // Изв. АН Арм ССР, Науки о земле, 1974, с. 67-69.
69. **Мкртчян Г.Р., Варданян А.В., Ананян Э.В.** Об особенностях строения земной коры по профилю рек Аракс-Агстев-Кура. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1984, №4, с. 3-16.
70. **Мячкин В.И., Зубков С.И.** Сводный график предвестников землетрясений. // Изв. АН ССР, Физика Земли. 1973, №6, с. 28-32.

71. **Нагапетян В.В.** Исследование термоостаточной намагниченности пород под давлением при различных температурах. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1983, №2, с. 63-68.
72. **Назаретян С.Н.** Глубинные разломы территории Армянской ССР (по геофизическим данным). Изд. Арм. ССР, Ереван, 1984, 138 с.
73. **Назаретян С.Н., Дургарян Р.Р., Шахбемян Т.А., Григорян А.Г., Мирзоян Л.Б.** Региональные разломы территории Армении по геофизическим данным и их сейсмичность. Изд. "Гитутюн" НАН РА, 2015, 184 с.
74. **Оганесян Дж.А.** Некоторые вопросы тектоники Араратской котловины в связи с проблемой нефтегазоносности. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1970, №2, с. 3-12.
75. **Оганесян С.М., Оганесян А.О., Гаспарян Г.С., Фиданян Ф.М.** Структурно-динамическая характеристика земной коры территории Армении по комплексу геофизических данных. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2005, №3, с. 46-52.
76. **Оганесян С.Р.** Тектономагнитный метод прогноза землетрясений. Изд. LAP LAMBERT Academic Publishing RU. 2016, 432 с.
77. **Оганесян С.Р.** Оценка сейсмической опасности на основе изучения динамики тектономагнитного поля. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2009, №1, с. 40-47.
78. **Оганесян С.Р.** Локальные аномалии геомагнитного поля как возможные предвестники землетрясений. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1990, 210 с.
79. **Оганесян С.Р.** Оценка текущей сейсмической опасности на основе изучения динамики геомагнитного поля. // Автореферат докт. диссертации, Ереван, 2004, 50 с.
80. **Оганесян С.Р., Григорян Р.А., Петросян К.К., Джавадян А.С.** Методика фильтрации натуральных помех при изучении тектономагнитного поля. // Ученые записки ЕГУ. Геология и география, 2012, № 3, с. 35-41.
81. **Оганесян С.Р., Нагапетян В.В., Симонян А.О.** Исследование изменения локального геомагнитного поля на территории Армянской ССР. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1986, №5, с. 78-80.

82. **Оганесян С.Р., Симонян А.О.** Пространственно-временная структура геомагнитного поля по профилю Гегард-Севан. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1983, №4, с. 63-65.
83. **Оганесян С.Р., Симонян А.О., Акопян Г.А., Гаспарян В.С.** Об изучении геомагнитных предвестников землетрясений. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1989, №4, с. 49-58.
84. **Оганисян Ш.С.** Строение земной коры Армении. –В кн.: Геофизические поля и строение земной коры Закавказья. М.: Наука, 1985, с. 43-64.
85. **Оганян М.В., Симонян А.О., Мецоян Т.А.** Изучение природы локальных аномалий геомагнитных вариаций, обнаруженных на территории Армении. // XVI Уральская молодежная научная школа по геофизике: Сборник науч. материалов. Перм 2015, с. 235-239.
86. **Орлов В.П.** Магнитные аномалии векового хода в Средней Азии. // Изв. АН СССР, сер. геофиз., 1958, №10, с. 1245-1247.
87. **Осипова И.Б., Арменакян К.Х.** О глубинном строении Среднеараксинской впадины по данным аппаратуры "Черепаша". // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1979, №6, с. 29-36.
88. **Осипова И.Б., Арменакян К.Х.** Тектоническое строение Приараксинской депрессии по данным сейсморазведки МРНП и бурения. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1975, №3, с. 51-56.
89. **Пархоменко Э.И.** Геоэлектрические свойства минералов и горных пород при высоких давлениях и температурах. Москва, Наука, 1989, 200 с.
90. **Пафенгольц К.Н.** Стратиграфия палеогена Кавказа. Ленинград, Изд. <<Недра>> 1979, 256 с.
91. **Пудовкин И.М., Таничев А.А.** К вопросу об исследовании вековых изменений геомагнитного поля. // В сб. «Постоянное геомагнитное поле», ч. I, ИФЗ АН СССР, М., 1970, с. 84.

92. **Пушков А.Н., Ривин Ю.Р., Храненко В.Н.** О синхронных наблюдениях по профилю для выявления аномалий вековой вариации. // Геомagnetизм и аэрономия, 1973, №3, с. 543-544.
93. Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1973, 262 с.
94. **Рзаев А.Г.** Исследования тектономагнитных эффектов в зонах с высокой геодинамической активностью. // Каталог сейсмопрогностических исследований, выполненных на территории Азербайджана в 2009 году. Баку, 2010, с. 164-170.
95. **Ризниченко Ю.В.** Проблемы сейсмологии. Москва, Наука, 1985, 408с.
96. **Рикитаке Т.** Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1979, 388с.
97. **Рикитаке Т.** Электромагнетизм и внутреннее строение Земли. Л.: Недра, Ленинградское отделение, 1968, 331 с.
98. **Рокитянский И.И.** Исследование аномалий электропроводности методом магнитовариационного профилирования. "Наукова думка" Киев, 1975, 278 с.
99. **Рокитянский И.И., Кулик С.Н., Логвинов И.М., Рокитянская Д.А.** Аномалии геомагнитных вариаций на северо-западе Европейской части СССР. // Изв. АН СССР, Физика Земли, 1982, № 11, с. 101 -105
100. **Садовский М.А., Нерсесов И.Л.** Вопросы прогноза землетрясений. // Изв. АН СССР, Физика Земли, 1978, №9, с. 13-30.
101. **Саркисян О.А., Волчанская И.К.** О блоковом строении территории Армянской ССР и прилежащих районов Малого Кавказа. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1973, №4, с. 6-19.
102. **Сатиан М.А.** Строение Ереван-Ордубадской офиолитовой зоны М. Кавказа. // Бюлл. моск. общества исп. прир., 1975, т.1(2), с. 46-57.
103. **Симонян А.О., Оганян М.В., Хачатрян А.С.** Особенности геомагнитных вариаций в северной части территории Армении. // Изв. НАН РА. Науки о Земле, 2012, №1-2, с. 43-54.

104. **Сирунян Т.А., Тоноян Е.П., Оганесян Г.М.** Применение магнитометрического метода при поиске предвестников землетрясений в сейсмоактивных районах Армении. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, 1987, №5, с. 73-76.
105. **Сковородкин Ю.П.** Изучение тектонических процессов методами магнитометрии. М.: ИФЗ АН СССР, 1985. 197 с.
106. **Сковородкин Ю.П., Безуглая Л.С.** Связь геомагнитных вариаций с гидрорежимом на Гармском полигоне. // Изв. АН СССР, Физика Земли, 1980, №4, с. 104-109.
107. **Сковородкин Ю.П., Безуглая Л.С., Максудов А.Х., Рассанова Г.В., Тихонов Л.В.** Магнитные характеристики горных пород под действием давления и температуры. // В сб. "Физические свойства горных пород при высоких термодинамических параметрах". Киев, изд-во "Наукова Думка", 1971, с. 96.
108. **Сковородкин Ю.П., Тоноян Е.П.** Временные изменения электромагнитной индукции на прогностических полигонах. В кн.: Сейсмический мониторинг земной коры. М.: ИФЗ, АН СССР, 1986, с. 199-203.
109. **Собисевич Л.Е., Канониди К.Х., Собисевич А.Л., Мисеюк О.И.** Геомагнитные возмущения в вариациях магнитного поля Земли на этапах подготовки и развития Турецкого (08.03.2010 г.) и Северокавказского (19.01.2011 г.) землетрясений. // ДАН, Т.449, №1, Март-2013, с. 93-96.
110. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Москва, Недра, 1976. 528с.
111. **Харин Е. П.** Изменение векторов Визе во времени. Геомагнитные исследования. М.: // "Радио и связь", 1982, № 28, с. 32-37.
112. **Чернявский Г.А., Яникян В.О., Мириджанян Р.Т.** Некоторые результаты глубинных магнитотеллурических зондирования на территории Арм. ССР. // Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, №6, 1980, с. 43-50.
113. **Шапиро В.А.** Земные токи как источник аномалий векового хода. Тезисы съезда: "Главное геомагнитное поле и проблемы палеомагнетизма. М., 1976, с. 153.

114. **Шапиро В.А., Мулинов М.Ю., Абдуллабеков К.Н., Азизов Г.Ю.** Высокоточная магнитометрия при поисках предвестников землетрясений в Узбекистане и статистика прогноза за 1982-1988 гг. // ДАН АН СССР, 1990, 312, №3, с. 583-587.
115. **Яновский Б.М.** Земной магнетизм. Изд. Ленингр. ун-та, 1978. 592 с.
116. **Avagyan A., Sosson M., Karakhanyan A., Philip H., Rebai S., Rolland Y., Melkonyan R., Davtyan V.** Recent tectonic stress evolution in the lesser Caucasus and adjacent regions. // Geol. Soc. of London, 2010, v. 340, pp. 393-408.
117. **Balassanian S., Nazaretian S., Avanesian A., Arakelian A., Igumnov V., Badalian M., Martirossian A., Ambartsumian V.** The new seismic zonation map for the territory of Armenia. // Natural Hazards. Vol. 15, 1997, pp. 231-249.
118. **Breiner S.** The Piezomagnetic effect in seismically active areas. // Final report, Palo Alto, Colifornia, 1964-1967.
119. **Breiner S., Kovach R.L.** Local magnetic events associated with displacement along the San-Andreas fault (California). // Science, 1967, vol. 158, No. 3797, pp. 116-118.
120. **Burbank J.E.** Earthquake disturbance recorded on the magnetograph at the Observatories of the U.S. Coast and Geodetic Survey. // Terr. Magn. X, No. 3, 113, 1905.
121. **Caucasian Seismic Information Network for Hazard and Risk Assessment (CauSIN).** Final Project Technical Report of ISTC A-651. Seismic Hazard Assessment Complex Center of the National Survey for Seismic Protection, Armenia and Institute of Geophysics, Georgian Academy of Sciences. 2006. 68 p.
122. **Corwin R.E., Mozzison H.E.** Selfpotential variations preceding earthquakes in central California. // Geophys. Res. Let. 1977, №4, pp. 124-174.
123. **Davtyan V., Doerflinger E., Karakhanyan A., Philip H., Avagyan A., Champollion C., Aslanyan R.** Fault slip rates in Armenia by th GPS data. // Изв. НАН РА, Науки о Земле, 2006, LIX, №2, с. 3-18.
124. **Hansteen Ch.** Perturbation magnetique a christiania le 21 fevrier 1866. // Bull., d. Brux., 1866, vol. XXI, p. 280.

125. **Karakhanyan A.S., Djrbashyan R.T., Trifonov V.G., Philip H., Ritz J.F.** Active faults and strong earthquakes of the Armenian upland. In: Giardini D. and Balassanian S. (Eds.) Historical and prehistorical earthquakes in the Caucasus. Kluwer Academic Publishing, Dordrecht, Netherlands, v. 2, vol. 28, 1997 b, pp. 181-187.
126. **Karakhanyan A., Verment P., Doerfinger E. Avagyan A., Philip H., Aslanyan R., Champollion C., Arakelyan S., Collard P., Baghdasaryan H., Peyret M., Davtyan V., Calais E., Masson F.** GPS constraints on continental deformation in the Armenian region and Lesser Caucasus. // *Tectonophysics* 592 (2013), pp. 39-45.
127. **Kato Y., Takagi A.** Further note on the investigation of the changes in the Earth's magnetic field accompanying earthquake or volcanic eruption. // *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 5. Geophys.* 1953. vol. 5, № 2, pp. 67-74.
128. **Keller G.A., Anderson L.G., Pritchard Y.I.** Geological survey investigations of the electrical properties of the crust and upper mantle. // *Geophysics*, 31, 1966, p. 1078-1087.
129. **Kern J.M.** The effect of stress on the susceptibility and magnetization of a partially magnetized multidomain system. // *J. Geophys. Res.*, 1961, 66, pp. 3807-3816.
130. **Kinoshita H.** Studies of piezo-magnetization-PRM and relating phenomena. // *J. Geom. and Geol.*, 1968, vol. 20, No. 3, pp. 155-167.
131. **Lamont J.** *Astronomie und Erdmagnetismus.* // Franckh, 1851. 289 p.
132. **Mermet A.C.** Perturbation de L'aiguille de déclinaison observées à Marseille avant et après le tremblement de terre du 19 mai C.R., 1866, vol. LXII, p.1239.
133. **Milne J.** Earthquakes, earth current and magnetic phenomena. // *Trans. Seism. Soc. Japan*, 1890, vol. XV, p.135.
134. **Moore G.W.** Magnetic disturbances preceding the 1964 Alaska earthquake. // *Nature*, 1964, 203, No. 4944, p. 508.
135. **Nagata T.H.** Magnetic susceptibility of compressed rock. // *J. Geomagnetic. Geoelectr.* 1966, vol. 18, No. 1, pp. 73-80.

136. **Nagata T.H., Kinoshita H.** Studies on piezo-magnetization. I Geomag. and Geoelectr., 1965, №17, pp. 121-135.
137. **Nesbitt B.E.** Electrical resistivities of crustal fluids. // Journ. Geophys. Res. 1993. V.98, pp. 4301-4310.
138. **Peng Chunyi, Zhang Xiaoyong, Yang Xinping, Xu Cuoming.** Variations of the geomagnetic field and the geomagnetic effects of three earthquakes ($M_s > 5.0$) in Jiangsu province, China. // Acta seismologica sinica. 1992, vol. 5, iss.1, pp. 145-152.
139. **Rabeh T., Miranda M., Hvozدارa M.** Strong earthquakes associated with high amplitude daily geomagnetic variations. // Natural Hazards. June 2010, Vol. 53, issue 3, pp. 561-574.
140. **Reilinger R., et al.,** GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. // Journal of geophysical Research, Solid Earth 111 (B5). 2006.
141. **Rikitake T., Yamazaki Y., Hagiwara Y., Kawada K., Sawada M., Sasai Y., Watanabe T., Momose K., Yoshino T., Otani K. Ozawa K., Sanzai Y.** Geomagnetic and geoelectric studies of the Matsushiro earthquake swarm (1-6). // Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 1966, 44, No. 1,3,4. 1967, 45, No. 2, 3.
142. **Routhe J.F.** Deformations des anomalies magnetique et seismic. // Serie a travaux scientifiques Pub. du Bureau Central Seismic Int. 1950, vol. 17, pp. 157-169.
143. **Salomatin L.V., Tikhonov I.N.** Seismomagnetic signals and perturbations recorded during the 2007 Nevelsk earthquake and its aftershocks. // Izvestiya, Physics of the Solid Earth, May 2011, Vol. 47, Issue 5, pp. 446-455.
144. Seismic hazard assessment for the Armenian Nuclear power. Plane site, Asspinal and Association. DTI project NSP A 18, 2006, p.160.
145. **Sobolev G.A., Ponomarev A.V.** Precursors of destruction of water-containing blocks of rock. // Journal of earthquake prediction research. 1996, v.5, №5, pp. 63-91.
146. **Stacey F.D.** The seismomagnetic effect. // Pure and Applied Geophysics. 1964, vol. 58, pp. 5-22.

147. **Stacey F.D.** Theory of magnetic susceptibility of stressed rock. // *Phil. Mag.*, 1962, vol.7, №76, pp. 554-556.
148. **Waghamare S.Y., Pimprikar S.D., Gawali P.B., Carlo L., Patil A.G.** Tectonomagnetic study in the seismoactive area of Narmada-Son lineament, central India: Preliminary results on repeat field observations. // *Journal of Earth System Science*, June 2009, Vol. 118, iss. 3, pp. 261-272.
149. **Wiese H.** Geomagnetic Tiefentellurik Geomagn. Inst. Potsdam: - Abh. №36, Akademie Verlag, Berlin, 1965, p.71.
150. **Wilson E.** On the susceptibility of feebly magnetic bodies as effected by compression. // *Proc. Roy. Soc., London*, 1922, pp.712-722.
151. **Zhan Zhijia.** Investigations of tectonomagnetic phenomena in China. // *Phys. Earth and Planetary interiors*. 1989, 57, № 1-2, pp. 21-25.

Հավելված 1

Երթուղի	Կոորդինատներ	Դիտման կետեր											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Երևան-Սևան	X	466008	468240	468603	471084	476601	480209	483859	488049	492566	497400		
	Y	4460195	4464369	4469039	4472620	4480206	4483366	4486365	4488336	4489396	4489697		
Երևան-Ապարան	X	454400	450851	447971	445920	447209	447268	448203	448840	448179	446221		
	Y	4453886	4457509	4461537	4465196	4469302	4474046	4478640	4483817	4488509	4492371		
Երևան-Թալին	X	454400	450851	447971	445920	441843	436663	431786	427219	422521	418036	413328	410426
	Y	4453886	4457509	4461537	4465196	4462665	4462637	4461294	4462526	4463454	4464974	4466587	4469737
Երևան-Արմավիր	X	452644	448229	443160	438742	433725	428619	423650	418664	414224	409534		
	Y	4447333	4447739	4448144	4448905	4447615	4446489	4445855	4445663	4448098	4449657		
Երևան-Գեղարդ	X	466786	470270	471924	475466	479823	483329	484394					
	Y	4450484	4447722	4444487	4442815	4444337	4445047	4444990					
Երևան-Սուրենավան	X	453740	454474	456975	461355	465268	468739	471793	475673	480751			
	Y	4436595	4431592	4427121	4423687	4420198	4416320	4412379	4409322	4406217			