ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ ՄԻՔԱՅԵԼ ՌԱԴԻԿԻ

ՊԱԼԵՈՍԵՅՍՄՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԵՎ ՀՆԱԳԻՏԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ ԳԵՈՌԱԴԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄԸ ԵՎ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ (ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԵՎ ԵԳԻՊՏՈՍԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐՈՎ)

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

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան – 2018

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

ГЕВОРГЯН МИКАЕЛ РАДИКОВИЧ

ОБОСНОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ГЕОРАДАРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПАЛЕОСЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ (НА ПРИМЕРЕ АРМЕНИИ И ЕГИПТА)

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.01.08 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Ереван – 2018

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտում

Գիտական ղեկավար՝ ե.-հ. գ. դ., Կարախանյան Ա.Ս.

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ ե.-հ. գ. դ., պրոֆեսոր Մինասյան Ռ.Ս., ԵՊՀ
ե.-հ. գ. դ., Հովհաննիսյան Ս.Ռ., ՀՀ «ՍՊՀԾ»ՊՈԱԿ

Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ ԳԱԱ Նազարովի անվան Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2018 թ. հունվարի 25-ին, ժամը 13:00 , ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում գործող թ. 054 «Երկրաբանություն» Մասնագիտական խորհրդում:
Հասցեն՝ 0019, Մարշալ Բաղրամյան պող., 24ա:
Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 23.12.2017թ.:

Թիվ 054 մասնագիտական խորհրդի գիտքարտուղար,
երկր.-հանք. գիտ. թեկնածու Շահինյան Հ.Վ.

Тема диссертации утверждена в Институте геологических наук НАН РА

Научный руководитель: доктор геол.-мин наук Караханян А.С.

Официальные оппоненты: доктор геол.-мин.наук Минасян Р.С., ЕГУ
доктор геол.-мин.наук Оганесян С.Р., ГНТО"СССЗ" РА

Ведущая организация: Институт геофизики и инженерной сейсмологии им. А. Назарова НАН РА

Защита диссертации состоится 25-ого января 2018г., в 13:00, на заседании Специализированного совета 054 "Геология'' при Институте геологических наук НАН РА.
Адресс: 0019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а.
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГН НАН РА.
Автореферат разослан 23.12.2017г.

Ученый секретарь Специализированного совета 054,
кандидат геол.-мин. наук Шагинян Г. В.

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Վերջին տարիներին լայն կիրառում ստացած գեոռադարային հետազոտությունները ընդգրկում են ուսումնասիրությունների բավական լայն սպեկտր.

- հնագիտությունում – հնագիտական տեղամասերի առանձնացում, դրանց որակական և քանակական բնութագրերի պարզաբանում,
- երկրաբանությունում - տարաբնույթ երկրաբանական անհամասեռությունների մերձմակերևույթային ուսումնասիրություն, երկրաբանական կտրվածքների կառուցում, գրունտային ջրերի մակարդակի որոշում,
- ստորգետնյա կոմունիկացիաների քարտեզագրում (խողովակաշարեր, մալուխներ),
- շինարարական կառուցվածքների որակի գնահատում:

Իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքում կառուցվում են երկչափ, եռաչափ մոդելներ, քարտեզներ և համապատասխան կտրվածքներ:

Թեմայի արդիականությունը

- Հնագիտական հետազոտություններում գեոռադարային ուսումնասիրությունները ապահովում են պեղումների հեռանկարային և առավել արդյունավետ տեղամասերի ընտրությունը:
- Սեյսմավտանգ տարածքներում գեոռադարային հանույթը հնարավորություն է ընձեռնում ստանալ վստահելի տվյալներ ակտիվ խզվածքների և սեյսմածին գոտիների քարտեզագրման նպատակով:
- Գեոռադարային երկչափ և եռաչափ հանույթները օպերատիվ և տնտեսապես շահավետ են ստորգետնյա կոմունիկացիաների որոնման, հայտնաբերման և բնութագրման համար:

Աշխատանքի նպատակը և լուծված խնդիրները

Գիտակիրառական համալիր ուսումնասիրությունների արդյունքում լուծվել են հետևյալ նպատակային խնդիրները.

- Առաջարկվել է ուսումնասիրությունների գեոռադարային համակարգի կիրառման տեխնոլոգիա, մեթոդաբանություն և կատարվել է մուտքային տվյալների ճշգրտում:
- Գեոռադարային երկչափ և եռաչափ հանույթների կիրառման արդյունքում Հայաստանում, Վրաստանում, Եգիպտոսում ուսումնասիրվել և հայտնաբերվել են մակերեսային և մերձմակերեսային խզվածքային ստրուկտուրաներ:
- Իրականացվել է հնագիտական հեռանկարային տեղամասերի և օբյեկտների առանձնացում: Որոշվել են դրանց որակական և քանակական բնութագրերը:
- Գեոռադարային եռաչափ մոդելների և հնագիտական տվյալների համատեղ վերլուծության արդյունքում ՀՀ և Եգիպտոսի պատմամշակութային

2053

տեղամասերում առանձնացվել են ավելի քան 170 անոմալիաներ, որոնք հեռանկարային են հնագիտական պեղումների տեսակետից, հայտնաբերվել և պեղվել են պատմամշակութային օբյեկտներ:

Պաշտպանվող դրույթները

- Հիմնավորվել է գեոռադարային համակարգի կիրառման, ստացված տվյալների մշակման և մեկնաբանման մեթոդաբանությունը գեոարխեոլոգիական և պալեոսեյսմոլոգիական խնդիրների լուծման նպատակով:
- Հաստատվել է, որ գեոռադարային հանույթի իրականացման համար էմպիրիկ եղանակով ընտրված մուտքային արժեքները և ֆունկցիոնալ պարամետրերը թույլ են տալիս բավական մեծ ճշտությամբ հայտնաբերել, առանձնացնել և բնութագրել որոնվող կառուցվածքները և օբյեկտները:
- Գեոռադարային հանույթի կիրառման արդյունքում պեղվել և հաստատվել են մեր կողմից առաջարկված ՀՀ տարածքի Գեղարոտ և Շենգավիթ պատմամշակութային տեղամասերի հնագիտական օբյեկտները:
- Եգիպտոսի Ամենհոտեպ III Փարավոնի Տաճարի տարածքում երկրաբանական ուսումնասիրությունների և գեոռադարային համակարգի կիրառմամբ հաստատվել է գրունտների ջրիկացման (Soil liquefaction) փաստը և կազմվել է դրա մոդելը, հիմնավորվել են Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի սյունապատ սրահի սյուների հիմքերի իջեցումների պատճառները:

Հետազոտությունների գիտական նորույթը

1. Առաջարկվել են գեոռադարային հանույթի կիրառմամբ գծային և տարածական օբյեկտների հայտնաբերման, ուսումնասիրման և քարտեզագրման մեթոդաբանական նոր մոտեցումներ, ինչպես նաև անհրաժեշտ ֆունկցիոնալ մուտքային տվյալների արժեքներ, որոնք ապահովում են ուսումնասիրությունների արդյունքների հուսալիությունը և ճշտությունը:
2. Հայաստանի Հանրապետության տարածքի բարդ երկրաբանական պայմաններում առաջին անգամ իրականացվել է գեոռադարային համակարգի (սարքավորումներ և ծրագրային ապահովում) լայնամասշտաբ կիրառում փոքր խորություններում գտնվող (մինչև 30մ) տարբեր տիպի կառուցվածքների (օբյեկտների) ուսումնասիրման համար:
3. Առաջարկվող տեխնոլոգիական լուծումները թույլ են տվել իրականացնել հետազոտվող օբյեկտների բնութագրիչ ցուցանիշերի դաշտային էքսպրես վերլուծություն և գնահատում:
4. Գեոռադարային հանույթի օգտագործումն արդյունավետ մեթոդ է մակերեսային և մերձմակերեսային խզվածքային ստրուկտուրաների դիրքի

հայտնաբերման և պարամետրերի որոշման ինչպես նաև մշակութային ժառանգության օբյեկտների հայտնաբերման, ուսումնասիրման և պահպանման համար:

Ուսումնասիրման մեթոդները

- Երկրաբանական, գեոռադարային և հնագիտական տվյալների համակարգված վերլուծություն, տարածքների և օբյեկտների 2D և 3D մոդելների կառուցում և հանույթի տվյալների մշակում;
- Ժամանակակից համակարգչային ծրագրերի կիրառում՝ Radan 6.5, AutoCAD, Surfer, GIS, CorelDRAW երկրաբանա-երկրաֆիզիկական և հնագիտական տվյալների մշակման և մեկնաբանման նպատակով:

Գեոռադարային մեթոդի կիրառման գործնական ոլորտները, նշանակությունը

- Հնագիտական օբյեկտների ուսումնասիրում, որոնում, առանձնացում:
- Տարածքների մակերեսային և մերձմակերեսային կառուցվածքների/տարրերի քարտեզագրում:
- Տարածքների սեյսմիկ գոտիավորում, սեյսմիկ վտանգի գնահատում:
- Ակտիվ երկրաբանական վտանգավոր երևույթների և պրոցեսների *ուսումնասիրություն (սողանքների, նստեցումների, փլուզումների), լանջային* գրավիտացիոն երևույթներ:
- Տեխնածին և գեոտեխնիկական կառույցների (ջրամբարների, պոչամբարների, ստորգետնյա ավազանների, քյարիզների) երկրաչափական և ծավալային պարամետրերի որոշում, ճշգրտում, կայունության գնահատում:
- Բնակավայրերի կառուցապատման պլանավորում, կայուն զարգացում:

Փորձահավաստիությունը և հրապարակումները

Աշխատանքի առանձին դրույթները զեկուցվել են Գերմանիայի Դաշնային Հանրապետության Կարլսռույեի Տեխնոլոգիաների Ինստիտուտում (Կառլսռույե, 2015), Վրաստանի Իլիա Պետական Համալսարանի կողմից Աբասթումանում և Կազբեկում կազմակերպված միջազգային խորհրդաժողովներում (Աբասթուման, 2014; Կազբեկ, 2015), Շվեյցարիայի ազգային գիտական հիմնադրամի, Թբիլիսիի Պետական Համալսարանի և Վրաստանի Իլիա Պետական Համալսարանի կողմից կազմակերպված Առաջին Լեռնային Կովկասի Միջազգային Ֆորումում (Թբիլիսի, 2016), ՌԴ Գիտությունների Ակադեմիայի Վլադիկավկազի Գիտական Կենտրոնի կողմից կազմակերպված «Կովկասի խորքային կառուցվածքի երկրաբանա-երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ» միջազգային գիտաժողովում (*Վլադիկավկազ, 2017*), *ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ գիտական սեմինարներում*, ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետում տեղի ունեցած գիտաժողովներում՝ Հայ գրատպության 500-ամյակին և ԵՊՀ ՈՒԳԸ հիմնադրման 65-ամյակին նվիրված միջազգային գիտաժողովում (Երևան, 2013), Երևանի Պետական

Համալսարանի հիմնադրման 95-ամյակին նվիրված հոբելյանական գիտաժողովում (Երևան, 2015): Հրատարակվել են թեմայի վերաբերյալ 7 գիտական հոդվածներ գրախոսվող ամսագրերում:

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից և առաջարկություններից, գրականության ցանկից՝ 94 անուն գրականությամբ, շարադրված է 122 էջի վրա:

Աշխատանքի կատարման վայրը և շնորհակալությունները

Ատենախոսությունը կատարվել է ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական Գիտությունների Ինստիտուտում՝ ե.գ.դ. Ա.Ս. Կարախանյանի ղեկավարությամբ: Հեղինակը հայտնում է իր խորին երախտագիտությունը գիտական ղեկավարին ցուցաբերած մշտական ուշադրության, արժեքավոր խորհուրդների և դիտողությունների համար: Աշխատանքներին աջակցելու, ինչպես նաև առանձին խորհուրդների համար շնորհակալություն եմ հայտնում Ֆ.-մ.գ.թ. Հ.Բաբայանին, ե.գ.թ. Ռ.Միրիջանյանին, ե.գ.թ. Ր.Դուրգարյանին, ե.գ.թ. Մ.Ավանեսյանին, ե.գ.դ. Ա.Ավագյանին, Ս.Բաբայանին, Ս.Առաքելյանին, Գ.Ալավերդյանին: Հատուկ շնորհակալություն եմ հայտնում ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտի տնօրինությանը և աշխատակիցներին՝ կազմակերպած քննարկումների և օբյեկտիվ գնահատականների համար: Շնորհակալություն եմ հայտնում ԵՊՀ Աշխարհագրության և Երկրաբանության ֆակուլտետի երկրաֆիզիկայի ամբիոնի աշխատակիցներին: Երախտապարտ եմ «Գեոռիսկ» ՓԲԸ-ի ողջ կոլեկտիվին աշխատանքին օժանդակելու, ցուցաբերած օբյեկտիվ վերաբերմունքի և բազմակողմանի օգնության համար:

ԳԼՈՒԽ 1. ՀԱՐՑԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՎԻՃԱԿԸ

1.1 Նմանատիպ աշխատանքների միջազգային փորձը

Սկսած 19-րդ դարի սկզբից, պատմամշակույթային օբյեկտների հայտնաբերման, ուսումնասիրման, քարտեզագրման խնդիրների լուծման համար պահանջվեց տարբեր գիտական ուղղությունների համագործակցություն, որի արդյունքում ստեղծվեց գիտական նոր ուղղություն՝ գեոարխեոլոգիա կամ երկրաբանական հնագիտություն: Տվյալ բնագավառում գեոառադարային մեթոդի հնարավորությունները օգտագործվեցին գնահատելու տեղանքի մորֆոլոգիական ձևախախտումները, բնածին և արհեստածին երևույթների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա, ինչպես նաև որոշելու որոնվող օբյեկտների տեղադիրքերը:

1.2 ՀՀ տարածքում նմանատիպ աշխատանքների փորձը

ՀՀ-ում մագնիսահետախուզական և էլեկտրահետախուզական մեթոդները քսաներորդ դարի վերջին և հատկապես 1999-2001թթ. Ռ. Մինասյանի, Գ. Մարկոսյանի, Յ. Հակոբյանի կողմից օգտագործվել են հայտնաբերելու անոմալ

տեղամասեր, որոնք կապված էին մերկացած և նստվածքներով ծածկված հնագիտական օբյեկտների հետ:

ՀՀ-ում գեոռադարային մեթոդը համեմատաբար սիստեմատիկ կիրառվել է ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ և Գեոռիսկ գիտահետազոտական ընկերության կողմից տարաբնույթ աշխատանքներում, որոնցից հատկանշական են հետևյալները.

- 2011թ-ին Վրաստանի հանրապետության Ջավախքի լեռնաշղթայի հնագիտա-սեյսմոլոգիական և պալեոսեյսմոլոգիական ուսումնասիրություններում՝ հայտնաբերվել է խզվածքային գոտի, որի առկայությունը հաստատվել է պալեոսեյսմոլոգիական խրամուղու միջոցով:
- 2014թ-ին Սյունիքի մարզի Քարքար տեղամասում գեոռադարային երկչափ և եռաչափ հանույթների միջոցով հայտնաբերվել և քարտեզագրվել են ակտիվ խզվածքի մերձմակերեսային պատռվածքները, կազմվել են դրանց եռաչափ մոդելները :
- 2014թ-ին Սյունիքի մարզի Կապան քաղաքի Գեղանուշ պոչամբարի պատվարի վտանգի գնահատման աշխատանքներում՝ պատվարի վրա հայտնաբերել են ձևախախտված, ջրհագեցած և քայքայված հատվածներ, որոնք հաստատվել են հորատման աշխատանքներով:
- 2014թ-ին իրականացվել է Սյունիքի մարզի Կապան քաղաքի տարածքում առկա հանքային թափոնակույտերի էրոզիոն ռիսկերի և լանջերի կայունության գնահատում: Որոշվել է բնական լանջի մերձմակերևույթային ռելիեֆը և գնահատվել է թափոնակույտերի հզորությունը:
- 2015թ-ին Սյունիքի արևելյան հատվածում իրականացվել են հնագիտասեյսմոլոգիական ուսումնասիրույթուններ՝ խզվածքների անկման անկյունների և դրանց երկրաչափության պարզաբանման նպատակով:
- 2015թ-ին Շիրակի մարզի Առափի և Տավուշի մարզի Գետահովիտ համայնքների սողանքային տեղամասերում որոշվել են սողանքային մարմինների սահքի մակերեսները, քայքայված տեղամասերը, որտեղ առկա էին ֆիլտրացիոն պրոցեսներ:
- 2015թ-ին ՀՀ Լոռվա մարզի Ֆիոլետովո տեղամասում իրականացվել է գեոռադարային երկչափ հանույթ, որի արդյունքում հայտնաբերվել է խզվածք «ծաղկի» ստրուկտուրայով:
- Ատենախոսության գիտա-կիրառական շրջանակներում ուսումնասիրություններ են իրականացվել ՀՀ Գեղարոտ, Շենգավիթ և Եգիպտոսի Լուքսոր քաղաքի հնագիտական տեղամասերում:

1.3. Ամփոփում

- Գեոռադարային հանույթի կիրառումը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել թաղված ստորգետնյա մարմինները, չխախտելով հողաշերտի մակերեսը և

չվնասելով փնտրվող հնագիտական օբյեկտը: Հնագետը ստանում է նախնական տվյալներ, որոնք նրա աշխատանքը՝ պեղումների ընթացքը, դարձնում են առավել նպատակային, հատկապես մեծ տարածքների ուսումնասիրման ժամանակ:

- Գեոռադարային հանույթը ունի արդյունավետ կիրառում խզվածքների մակերեսային և մերձմակերեսային ստրուկտուրաների հայտնաբերման, ուսումնասիրման և քարտեզագրման աշխատանքներում: Գեոռադարային հանույթերիի օգնությամբ հայտնաբերվել և քարտեզագրվել են Երկրի մակերեսին չարտահայտված մի շարք խզվածքներ կամ դրանց մերձմակերեսային ստրուկտուրաներ:

ԳԼՈՒԽ 2. ԳԵՈՌԱԴԱՐԱՅԻՆ ՀԱՆՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՏԱՑՎԱԾ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

2.1. Գեոռադարային զոնդավորման մեթոդաբանություն

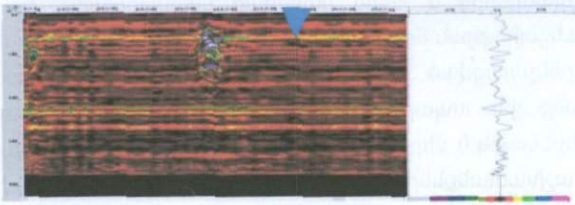
Գեոռադարային հանույթ իրականացնելու ընթացքում առաջանում են որոշակի խնդիրներ, կապված ապարի դիէլեկտրիկ թափանցելիության (ξ) արժեքի բացակայության հետ: Նման տվյալները տարբեր ապարների համար կազմվել են Ջ.Դավիսի և Ա.Աննանի կողմից, բայց դրանք կիրառելի են, երբ ուսումնասիրություններն իրականացվում են միատարր շերտում, իսկ շերտերի բազմազանության պարագայում առաջանում են զգալի դժվարություններ: Դրված խնդիրների լուծման նպատակով մեր կողմից առաջարկվել է դաշտային աշխատանքների և ստացված տվյալների մշակման նոր մոտեցում: Առաջարկվում է դաշտային աշխատանքների ընթացքում լուծել երկրաֆիզիկայի հակադարձ խնդիրը՝ նպատակային փորված տարածքներում իրականացնել գեոռադարային հանույթ, հաշվի առնելով տեղամասերի երկրաբանա-հնագիտական նյութերի (գրունտների) տեսակը, գնահատել և որոշել դրանց դիէլեկտրիկ թափանցելիության գործակիցները: Ստացված տեղեկատվությունը հաստատվել է պալեոսեյսմոլոգիական խրամուղիների և առկա երկրաբանական կտրվածքների փաստագրման միջոցով:

Եթե գեոռադարային հանույթի արդյունքում առանձնացվում է անոմալ օբյեկտ, ապա կատարվում են նպատակային պեղումներ և օբյեկտի իրական երկրաչափական պարամետրերը համեմատվում են գեոռադարային տվյալներով ստացված օբյեկտի պարամետրերի հետ: Արդյունքում որոշվում են հանույթի պրոֆիլների երկարությունները և միջպրոֆիլային հեռավորությունը: Պրոֆիլների կատարվում են փոխուղղահայաց ուղղություններով, այնպես, որ հետաքրքրական մարմինները հատվեն առնվազն երեք կետում:

2.2. Գեոռադարային տվյալների մշակման մեթոդաբանություն

Գեոռադարային ռադարագրամմաները ենթարկվում են համակարգչային մշակման, որը թույլ է տալիս արդյունքները ներկայացնել գունային բաշխմամբ՝ անոմալ

տեղամասերն առանձնացվում են միջավայրի նորմալ ֆոնից: Հանույթի տվյալների ալիքային վերլուծությունը կատարվում է համեմատական կարգով (նկ. 1):



Նկար 1. Ռադարագրամմայի մշակման օրինակ՝ սլաքով նշված է նորմալ՝ ֆոնային գրանցումը, իսկ աջ հատվածում՝ դրան համապատասխան ալիքների ամպլիտուդները:

Ռադարագրամման արտահայտում է ալիքների տարածման ամպլիտուդների տարբերությունները: Տեղամասում, որպես ֆոնային համարվում են այն ալիքները, որոնց ամպլիտուդների պայմանական արժեքներն (ռադարագրամմայի վրա կարմիր, սև և դեղին երանգներով) ընկած են -0. 2 ÷ 0. 2 միջակայքում: Որպես անոմալիա ընդունվում են այն տեղամասերը, որտեղ ամպլիտուդաների պայմանական մեծությունները 3 և ավելի անգամ գերազանցում են ֆոնային արժեքը:

Աշխատանքների եզրափակիչ փուլում կառուցվում են նպատակային անոմալիաների երկչափ (2D) և եռաչափ մոդելները (3D), որոնք արտահայտում են օբյեկտների երկրաչափությունները և տարածաչափությունները:

2.3. Ամփոփում:

- Գեոռադարային հանույթի կիրառմամբ գծային և տարածական օբյեկտների հայտնաբերման, ուսումնասիրման և քարտեզագրման առաջարկված մեթոդական մոտեցումը հնարավորություն է տալիս մեծացնել հանույթի ճշտությունն ու անցնել դրանց երկչափ և եռաչափ մոդելավորմանը:
- Գեոռադարային երկչափ հանույթի կիրառմամբ հայտնաբերվում են որոնվող օբյեկտները և առանձնացվում են հեռանկարային տեղամասերը: Վերջիններիս մանրամասն ուսումնասիրման նպատակով իրականացվում է գեոռադարային եռաչափ հանույթ, որը հնարավորություն է տալիս ստանալ օբյեկտի ամբողջական տարածական կառուցվածքը՝ տեղադրման խորությունը և երկրաչափությունը:
- Իրականացված աշխատանքները բերել են հետևյալ եզրահանգումների.

- Կավավազներից և բազալտների բեկորներից կազմված երկրաբանական կտրվածքում որոնվող օբյեկտների համար արդյունավետ դիէլեկտրիկ թափանցելիության մուտքային գործակից կարելի է ընդունել ξ= 6.5;

-Կավավազից, բրեկչայացված ավազաքարից, սեզոնային հեղեղման օրգանապես հարուստ տիղմից, խիտ կավից, կավավազից և տիղմից, ավազից և սիլերից կազմված

նստվածքներում օբյեկտների դիէլեկտրիկ թափանցելիության մուտքային գործակիցը՝ ξ= 7.2;

-Կավերից, ավազակավերից և խճից կազմված նստվածքային շերտերի դեպքում դիէլեկտրիկ թափանցելիության մուտքային գործակից՝ ξ= 3;

-Հիմնային և բրեկչայացված տեսակի, կոլյուվիալ, խճային, ավազակավային և դելյուվիալ նստվածքային ապարներով ներկայացված ստվարաշերտերում ակտիվ խզվածքների մակերեսային և մերձմակերեսային ստրուկտուրաների հայտնաբերման և քարտեզագրման աշխատանքներում արդյունավետ դիէլեկտրիկ թափանցելիության մուտքային գործակից կարելի է ընդունել ξ= 7.8;

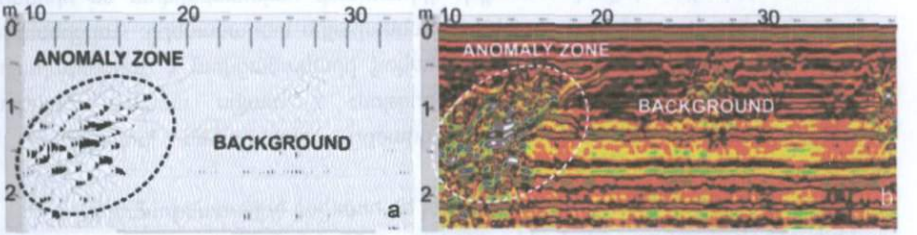
ԳԼՈՒԽ 3. ԳԵՈՌԱԴԱՐԱՅԻՆ ԵՐԿՉԱՓ և ԵՌԱՉԱՓ ՀԱՆՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՊԱՏՄԱՄՇԱԿՈՒՅԹԱՅԻՆ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ԵՎ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՆԵՐՈՎ (ԳԵՂԱՐՈՏ ԵՎ ՇԵՆԳԱՎԻԹ ՏԵՂԱՄԱՍԵՐԻ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐՈՎ)

3. 1. Գեղարոտ տեղամաս:

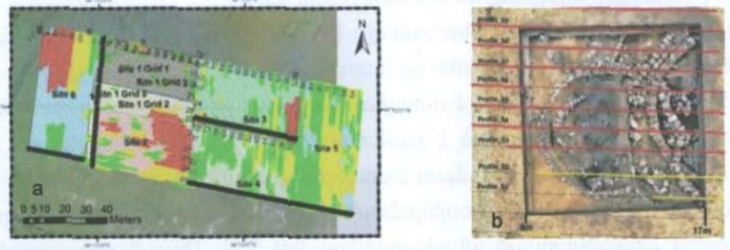
Ըստ պատմական տվյալների տեղամասում առկա է բրոնզե դարի բնակավայր: Ուսումնասիրվող տարածքը մեղմաթեք բլրակ է, որի ստվարաշերտը ներկայացված է կավերով, կավավազներով և բազալտների բեկորներով: Տեղամասում էմպիրիկ եղանակով որոշվել է դիէլեկտրիկ թափանցելիության արժեքը՝ ξ= 6.5:

Նկ. 2a պատկերված է տեղամասի էլեկտրամագնիսական ալիքների տարածման գրանցումը, իսկ 2b-ում դրանց մշակման արդյունքում առանձնացված անոմալիան:

Իրականացված աշխատանքների արդյունքում առանձնացվել են ստրուկտուրաներ և կազմվել են դրանց 3D մոդելները: Հայտնաբերված բոլոր անոմալիաները կարգավորվել են ըստ հետագա պեղումների առաջնահերթության (կարմիր, դեղին,կանաչ գույներով), և տեղադրվել են փաստացի նյութերի սխեմայի վրա (նկ.3,a):



Նկար 2. a) Գեոռադարային հանույթի էլեկտրամագնիսական ալիքների պատկերը, b) ռադարագրամմայի վրա առանձնացված անոմալիան:



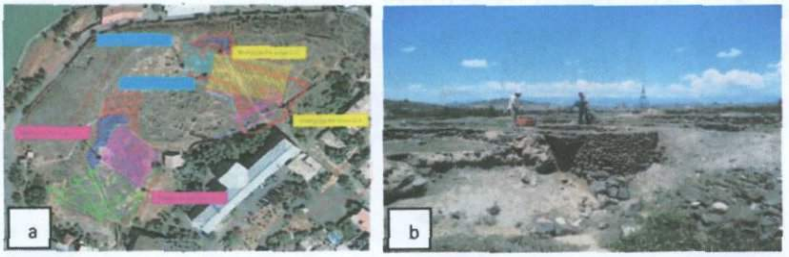
Նկար 3. a) ՀՀ Գեղարոտ տեղամասի գեոռադարային 2D և 3D հանույթների անոմալիաների տեղադիրքի սխեման, b) հնագիտական պեղված տեղամաս:

Սխեմայի հյուսիս-արևմտյան հատվածում (վեցերորդ տեղամաս, նկարում կարմիր գույն) քարտեզագրված է անոմալիաների տեղամասերում 2017թ-ին *իրականացվել են պեղումներ և ամբողջովին հաստատվել է անոմալ դրսևորման* հնագիտական նշանակությունը(նկ.3. b):

Տվյալ անոմալիաները լոկալ մարմիններ են, և տարբերվում են իրենց ներքին *կառուցվածքով: Դրանք ենթադրվում են միմյանց զուգահեռ ուղղահայաց սյուներ և* կազմված են առանձին սալերից, տեղադրված իրար վրա: Սյուներն ունեն ընդհանուր հատակ, որը տեղ-տեղ ընդհատվում է: Ենթադրվել է, որ դրանք արհեստական բնույթի են:

3. 2. Շենգավիթ տեղամաս:

Շենգավիթ բնակատեղի տարածքում, որի տեղադիրքը ներկայացված է փաստացի նյութերի սխեմատիկ քարտեզի վրա (նկ. 4 a; 4b), իրականացվել են 2D և 3D գեոռադարային հանույթներ: Տեղամասի կտրվածքը ներկայացված է կավերով, ավազակավերով և խճով:

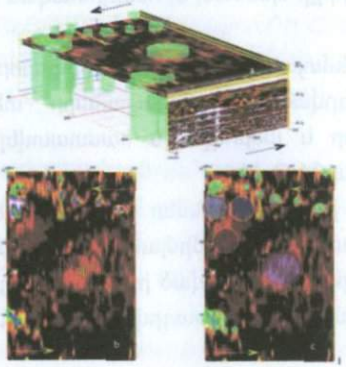


Նկար 4. a) Տեղամասերի տեղադիրքը փաստացի նյութերի սխեմատիկ քարտեզի վրա (հիմք՝Google earth map); b) Շենգավիթ բնակատեղիում պեղված օբյեկտների վրա իրականացվող չափումները:

Եռաչափ հանույթի արդյունքում առանձնացվել են.

- 0-1.2մ խորություն, որը հիմնականում է պայմանավորված ժամանակակից կոմունիկացիոն գծերով և բետոնի առկայությամբ;
- 1.2-2.8մ խորություն, ներառում է հնագիտական օբյեկտներ՝ պատեր, խորշեր;
- ստորին շերտը՝ ներկայացված է համեմատաբար խիտ նստվածքներով, տեղ-տեղ պարունակում է հնագիտական տարրերի ֆրագմենտներ:

Կազմվել են հայտնաբերված օբյեկտների եռաչափ մոդելները օգտագործելով 2D հանույթներով առանձնացված անոմալիաները (նկ. 5;6): Ուսումնասիրությունների արդյունքների հիման վրա իրականացվել են հնագիտական պեղումներ, որոնք հաստատել են ստացված տվյալները:



Նկար 5. Տեղամասում առանձնացված անոմալիաները

Նկ. 6 պատկերված է պեղումների արդյունքում բացահայտված պատմամշակութային կոթողը, որը գլանաձև է և մեծ ճշտությամբ համընկնում է գեոռադարային եռաչափ հանույթով ստացված անոմալ օբյեկտի հետ:

Նկար 6. Առանձնացված հեռանկարային հնագիտական տեղամասերը և դրանց պեղման արդյունքները

3.3. Ամփոփում

- Երկրաֆիզիկական հետազոտություններն ամփոփվել են աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգում (ԱՏՀ;GIS)՝ ապահովելով ստացված տեղեկատվության երկչափ և եռաչափ մեկնաբանության հնարավորություն:
- Ուսումնասիրված տարածքների համար առավելագույն խորությունները եղել են մինչև 3 մետր, հիմնականում՝ 2 մետր, որտեղ պահպանված են հնագիտական կառույցները:
- Առանձնակի ուշադրության են արժանի այն անոմալիաները, որոնք ենթադրաբար պայմանավորված են կտրվածքի գոգավոր կառուցվածքներով, որը հավանական է բնութագրական է Շենգավիթ բնակատեղիի հնագիտական տեղամասի համար:
- Առանձնացված գեոռադարային անոմալիաները հաստատվել են կատարված պեղումների արդյունքում:

ԳԼՈՒԽ 4. ԵԳԻՊՏՈՍԻ ԼՈՒՔՍՈՐ ՔԱՂԱՔԻ ԱՄԵՆՀՈՏԵՊ III ՓԱՐԱՎՈՆԻ ՏԱՃԱՐԻ ՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԳԵՈՌԱԴԱՐԱՅԻՆ ԵՐԿՉԱՓ ԵՎ ԵՌԱՉԱՓ ՀԱՆՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԳԵՈԱՐԽԵՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

4.1.Տարածքի արխեոսեյսմաբանական ուսումնասիրություններ:

Նախկինում կատարված աշխատանքներով ապացուցվել է, որ տաճարի ճակատային Մեմնոնների կոլոսների հիմնաքարերի միջնամասով, անցնում է երկրաբանական խզվածք: Ամենհոտեպ III տաճարում 2007-2013 թվականներին ՀՀ ԵԳԻ -ի մասնակցությամբ կատարված հետազոտությունները ցույց են տվել մ.թ.ա 1200-900թթ. ընթացքում տեղի ունեցած երկրաշարժերի հստակ հետքեր: Նոր տվյալները հայտնաբերվել են Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի պերիստիլի III պիլոնի, ինչպես նաև Կառնակի տաճարի II պիլոնի մոտ:

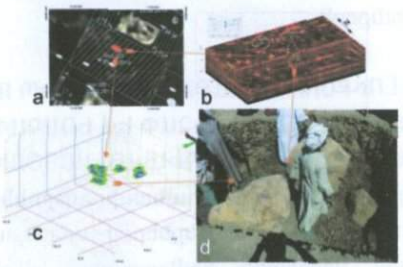
Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի տարածքում հնագիտասեյսմոլոգիական և հնագիտական հետազոտությունների նպատակն է եղել. ա) գեոռադարային հանույթի կիրառմամբ հայտնաբերել, քարտեզագրել և եռաչափ մոդելավորել տաճարի տարածքում թաղված հնագիտական օբյեկտները; բ) ուսումնասիրել վաղ ժամանակներում տեղի ունեցած երկրաշարժերի արդյունքում առաջացած խախտման գոտիները:

Գեոռադարային հանույթներն իրականացվել են երկրակեղևի մինչև 3. 5 մետր խորությամբ երկրաբանական ստվարաշերտում, որը ներկայացված է դելյուվիալ (ողողաբերուկ) նստվածքներով: Դրանք մանրահատիկ են և կազմված են կավավազներից, բրեկչայացված (փշրաքարային) ավազաքարերից, Նեղոսի սեզոնային հեղեղման հարուստ տիղմից, խիտ կավերից, կավավազներից և տիղմից, ավազային դայկաներից և սիլերից: Պատմամշակույթային կոթողները պատրաստված են

քվարցից, կրաքարից և ավազաքարից: Լուքսոր քաղաքում առկա են նախկինում պեղված հնագիտական կոթողներ, որտեղ մեր կողմից փորձարկվել է գեոռադարային հանույթի արդյունավետությունը: Արդյունքում որոշվել է մուտքային դիէլեկտրիկ թափանցելիության արդյունավետ գործակիցը $\xi = 7.2$, որը կիրառվել է ամբողջ տեղամասում: Ստացված արդյունքները հաստատվել են համաշխարհային նշանակության գտածոների հայտնաբերման և դրանց գիտական փաստագրման միջոցով:

4.2. Գեոռադարային հանույթների արդյունքները:

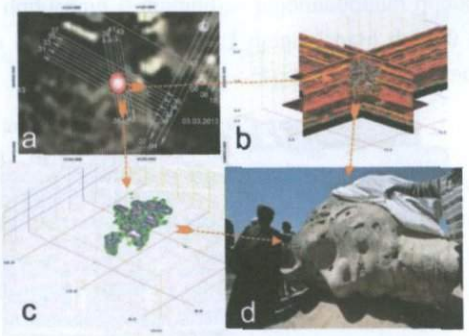
Օգտագործելով գեոռադարային երկչափ և եռաչափ հանույթների, ինչպես նաև հորիզոնական շերտերի ուղղահայաց վերլուծության տվյալները, կազմվել են *Ամենհոտեպ III տաճարի առանձին տեղամասերի երկրաֆիզիկական եռաչափ* մոդելների:



Նկար 7. Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի հարավ-արևելյան տեղամաս. a) փաստացի նյութերի սխեմա և անոմալիաների տեղադիրքը. b) գեոռադարային եռաչափ հանույթի սխեմա. c) ուսումնասիրված անոմալիայի եռաչափ մոդել. d) պեղված պատմամշակույթային գտածո

Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի հարավ-արևելյան տեղամասի գեոռադարային եռաչափ մոդելում առանձնացված են երեք գնդաձև մարմիններ(նկ. 7): Հնագիտական պեղումների արդյունքում հաստատվեցին եռաչափ մոդելով նկարագրված անոմալիաները: Հայտնաբերված օբյեկտները հանդիսանում են Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի մուտքի առջև կանգնած Մեմնոններից մեկի իրանային հատվածները, որոնք հարյուրամյակներ փնտրվել և անհետ կորած են համարվել:

Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի կենտրոնական տեղամասում իրականացված աշխատանքների արդյունքները, ինչպես նաև նախկինում պեղված պատմամշակույթային գտածոն՝ որոնվող երկու արձաններից մեկի գլուխը Նկ. 8-ում պատկերված է:



Նկար 8. Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի կենտրոնական տեղամաս. a) փաստացի նյութերի սխեմա և անոմալիաների տեղադիրքը. b) գեոռադարային եռաչափ հանույթի սխեմա. c) ուսումնասիրված անոմալիայի եռաչափ մոդել. d) պեղված պատմամշակույթային գտածո

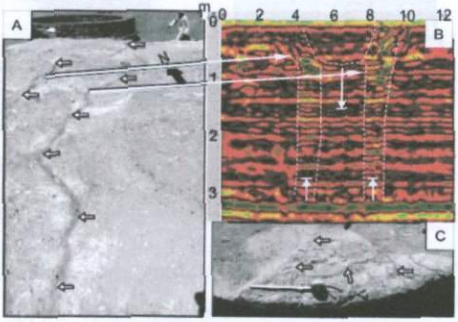
Գեոռադարային եռաչափ հանույթի տվյալներով կառուցված մոդելի և պեղված նմուշի համեմատությունից հստակ երևում է դրանց համարժեքությունը՝ չափսերի համապատասխանության և նմանության առումով: Կարելի է ենթադրել, որ հայտնաբերված անոմալիան համապատասխանում է որոնվող երկրորդ արձանի գլխին: Ուստի տեղամասն առանձնացվել և համարվել է պեղումների համար առաջնային:

Պեղված արձանի գլուխը կազմված է կրաքարից, իսկ Մեմնոնի իրանային հատվածները՝ քվարցից: Նկարագրված օրինակների հիման վրա արված է եզրահանգում, որ գեոռադարային ուսումնասիրություններն արդյունավետ են տվյալ նստվածքների մեջ քվարցային և կրաքարային օբյեկտների որոնման համար: Տաճարի հյուսիս-արևմտյան տեղամասը հետաքրքրական է ինչպես հնագիտության, այնպես էլ պալեոսեյսմոլոգիայի տեսակետից: Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի սյունապատ սրահում իրականացված գեոռադարային ուսումնասիրությունների նպատակն է եղել պարզել սրահի քանդման պատճառները:

Հաստատվել են պալեոսեյսմոլոգիական հետևյալ հիպոթեզները.

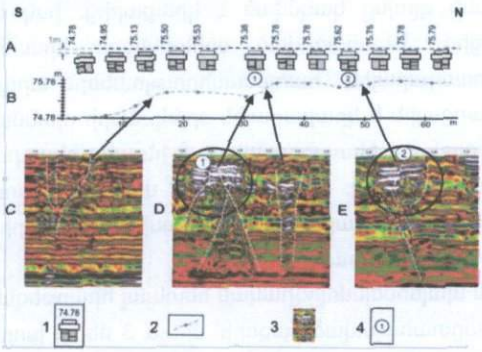
- Մակերևույթին արտահայտված ճաքերի՝ մինչև 3 մետր խորության տարածումը (նկ. 9 A),
- *Դրանցում մանրահատիկ ավազային լցանյութի առկայությունը (նկ. 9 C),*
- Նոր տվյալների վերլուծության արդյունքում առանձնացված է անոմալիա (նկ. 9 B):

Ստացված արդյունքները համեմատելով Հ.Ֆիլիպի և ուրիշների կողմից առաջարկված հողերի ջրիկացման մոդելի հետ կարելի է նշել, որ ստացված ստրուկտուրան հողերի ջրիկացման (Soil liquefaction) արդյունք է:



Նկար 9. Ամենահոտեպ III փարավոնի տաճարի հյուսիս-արևմտյան տեղամաս A) մակերեսին արտահայտված ճաքեր. B) գեոռադարային հանույթի վերլուծության արդյունքում ստացված ստրուկտուրա. C) ճաքերում առկա մանրահատիկ ավազային զանգվածը:

Հանույթի արդյունքում առանձնացված է անոմալ մարմին, որի վրա հստակ արտահայտված է սյան հիմքը (մինչև 0. 4 մետր խորությամբ հատվածում), ընդ որում այն ջարդրտված է և առկա է նստեցում: Նմանատիպ անոմալիաներն համադրվել են գեոդեզիական պրոֆիլի հետ (նկ. 10):



Նկար 10. Գեոռադարային հանույթի տվյալների համադրումը գեոդեզիական պրոֆիլով չափումների հետ:

Քարտեզագրված սյուների հիմքերի կոտրտվածությունը, իջեցումները, ճեղքավոր ստրուկտուրաների առկայությունը, սյունապատ սրահի ենթատեղամասերի

ճեղքերի տարածման ուղղությունների համընկնումը, հաստատում են, որ սյուների հիմքերի իջեցումները պայմանավորված են հողերի ջրիկացման հետ:

4.3. Ամփոփում

- Եգիպտսի Լուքսոր քաղաքում իրականացված համալիր ուսումնասիրությունների արդյունքները հեռանկարային են: Իրականացված գեոռադարայի հանույթներ տվյալների հիման վրա կառուցվել են անոմալ մարմինների եռաչափ մոդելները:
- Հանույթի տվյալներով հայտնաբերվել և քարտեզագրվել են ավելի քան 70 անոմալ տեղամասեր, որոնք հեռանկարային են հնագիտական տեսակետից:
- Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի հարավ-արևելյան հատվածում հայտնաբերվել, և հնագետների կողմից պեղվել է Մեմնոնի արձանի ուսային հատվածը: Պեղված մարմինը բաղկացած է երեք տարբեր չափերի քվարցե օբյեկտներից, կառուցված եռաչափ մոդելն համընկել է պեղված մարմնի հետ:
- Տաճարի կենտրոնական մասում հայտնաբերված անոմալիան պեղվել է և այն արձաններից մեկի գլուխն է, որը գրեթե նույնությամբ կրկնում է հարևանությամբ գտնվող արձանների գլուխների ձևը:
- Կազմվել է հողերի ջրիկացման մոդել, որով բացատրվել են Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի սյունապատ սրահի սյուների հիմքերի ջարդրտվածությունը և դրանց իջեցման պատճառները:

2013

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Աշխատանքի գիտակիրառական արդյունքների ընդհանրացման հիման վրա արված են հետևյալ եզրակացություններն ու առաջարկությունները.

- Գեոռադարային համակարգի կիրառմամբ գծային և տարածական օբյեկտների հայտնաբերման և քարտեզագրման մեթոդաբանական առաջարկված նոր մոտեցումը թույլ է տալիս ընդլայնել նրա կիրառման ոլորտները, մեծացնել հանույթի տվյալների ճշտությունը և իրականացնել օբյեկտների երկչափ և եռաչափ մոդելավորում:
- Հիմնավորված է ուսումնասիրվող միջավայրերի արդյունավետ մուտքային դիէլեկտրիկ թափանցելիության գործակիցների որոշումը էմպիրիկ եղանակով:
- Գեոռադարային հանույթի հիման վրա ՀՀ Գեղարոտ և Շենգավիթ տեղամասերում, որպես հեռանկարային, առանձնացվել են ավելի քան 100 ենթատեղամասեր, որոնցից պեղվածները հաստատվել են:
- Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի տարածքում (Եգիպտոս) հայտնաբերվել և քարտեզագրվել են ավելի քան 70 անոմալ տեղամասեր, որոնցից հարավ-արևելյան հատվածում հայտնաբերվել և պեղվել է Մեմնոնի արձանի ուսային հատվածը: Կազմվել է նաև տարածքի հողերի ջրիկացման մոդել, բացատրվել են Ամենհոտեպ III փարավոնի տաճարի սյունապատ սրահի սյուների հիմքերի ջարդրտվածության և դրանց իջեցման պատճառները:
- Առաջարկվող տեխնոլոգիական լուծումները կարելի է օգտագործել տարածքների սեյսմիկ գոտիավորման, սեյսմիկ վտանգի գնահատման աշխատանքներում, սողանքների, գրունտների ջրիկացման, նստեցումների, փլուզումների և գրավիտացիոն բնական և արհեստածին վտանգավոր երևույթների գնահատման գործընթացներում:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները տպագրված են հետևյալ գիտական հոդվածներում

1. **Մ.Գևորգյան,** Հ.Իգիթյան, Ռ.Քարամյան, Է.Սահակյան «Շենգավիթ հնագիտական բնակատեղիի ուսումնասիրությունը գեոռադարային եռաչափ հանույթի միջոցով»: Հայ գրատպության 500-ամյակին և ԵՊՀ ՈՒԳԸ հիմնադրման 65-ամյակին նվիրված միջազգային գիտաժողովի հոդվածների ժողովածու, բնական գիտություններ, N1, Երևան, 2013, էջ 52-57:
2. A. Karakhanyan, A. Avagyan, H. Sourouzian, C. Lopez Roa, **M. Gevorgyan** "Evidence of a Strong Earthquake in the Period Between 1200 and 900 BC Identified in the Temple of Amenhotep III and in Other Temples of the Ancient

Thebes". Archaeological Heritage and Multidisciplinary Egyptological Studies, vol 1, 2014, pp. 321-344.

3. Հ.Ա. Իգիթյան, **Մ.Ռ. Գևորգյան**, Ռ.Ռ. Դուրգարյան, Հ.Ե. Բաբայան "Ակտիվ խզվածքների գոտում մերձմակերեսային ճեղքվածքների հայտնաբերումը գեոռադարային հանույթի կիրառմամբ (ՍՅՈՒՆԻՔ, ՀԱՅԱՍՏԱՆ)" ՀՀ, ԳԱԱ Տեղեկագիր Գիտություններ Երկրի մասին, N2, 2015, էջ 61-70
4. **Մ.Ռ. Գևորգյան**, Հ.Ա. Իգիթյան, Է.Է. Սահակյան, Հ.Ե. Բաբայան "Ակտիվ խզվածքի գոտու լայնության որոշումը երկրաբանա-գեոռադարային ուսումնասիրությունների արդյունքում (Ֆիոլետովոյի դեպրեսիայի օրինակով, *Հայաստան)*" ՀՀ, ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, N3, 2015, էջ 82-89.
5. **Մ.Գևորգյան,** «Գեոռադարի օգտագործումը հնագիտասեյսմոլոգիական հետազոտություններում Ամենհոտեպ III Փարավոնի տաճարի տարածքում (Լուքսոր, Եգիպտոս)» ԵՊՀ ՈՒԳԸ գիտական հոդվածների ժողովածու: ԵՊՀ, հրատարակչություն, բնական գիտություններ, N1.2(5), 2015, էջ 86-93:
6. **Մ. Գևորգյան,** Ռ. Դուրգարյան, Հ. Իգիթյան, Է. Սահակյան «Գեոռադարային *հանույթի կիրառումը պատմամշակութային կոթողների հայտնաբերման* նպատակով (Շենգավիթ, Երևան)» ՀՀ, ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, N1, 2017, էջ 49-59:
7. H.A. Igityan, **M.R. Gevorgyan**, E.E. Sahakyan, H.Y. Babayan "Study of tectonic surface and subsurface structures by GPR survey in active faults area", Geology and geophysics of southern Russia, N3, 2017, pp 157-165.

Геворгян Микаел Радикович

Обоснование и особенности применения метода георадарной системы для решения палеосейсмологических и археологических задач (на примере Армении и Египта)

Аннотация

Результаты научно-прикладных исследований, приведенных в настоящей диссертационной работе, позволяют сделать следующие основные выводы и предложения.

В настоящее время во многих странах все крупные археологические исследования выполняются с применением георадиолокации. Одна из основных причин заключается в том, что по сравнению с другими современными геофизическими методами применение георадарного метода позволяет получить информацию о подповерхностном строении с очень высоким разрешением. Известно, что раскопки археологических объектов обычно приводят к частичному разрушению остатков древних архитектурных памятников, в то время как дистанционные георадарные исследования позволяют избежать этого и обеспечивают большую эффективность в выборе и оценке наиболее перспективных для раскопок участков.

В результате научно-прикладных исследований в работе решены следующие целевые задачи:

- Предложен новый методический подход для обнаружения, исследования и картирования пространственных и линейных объектов, который позволяет увеличить точность геофизических съемок и осуществить двух-, и трехмерное моделирование объектов.
- Эмпирически определены эффективные значения коэффициентов диэлектрической проницаемости (ξ) и подтверждено, что выбранные практические параметры позволяют обнаружить и охарактеризовать поверхностные и приповерхностные структуры и объекты.
- Предложены технология и методика по определению и уточнению входных данных для осуществления эффективных полевых исследований;
- Оценена эффективность георадарных исследований для выделения перспективных археологических участков на основании определения их количественных и качественных характеристик;

- Георадарная съемка позволяет уточнить и детально картировать разломные и сейсмогенные зоны, что способствует адекватной оценке сейсмической опасности и риска исследованных территорий.
- Впервые на территории Армении осуществлено широкомасштабное применение георадарной съемки для изучения различного типа структур (объектов) , находящихся на небольших глубинах.
- В результате совместного анализа георадарных исследований и археологических данных, на территории Армении (историко-культурные участки Гехарот и Шенгавит) и Египта (участок храма фараона Аменхотепа III), выделены более 170 аномальных участков, перспективных для археологических раскопок;
- На участке храма фараона Аменхотепа III проведены раскопки и обнаружен фрагмент плеча статуи одного из фараонов - Мемнона. На основе георадарных данных разработана модель разжижения грунта и дано объяснение просадке *оснований колонн в колонном зале храма фараона Аменхотепа III.*
- На территории историко-культурных центров Гехарот и Шенгавит определены более 100 аномальных участков, перспективных для археологических раскопок. Выявленные аномальные участки подтверждены археологическими раскопками.
- Предложенный методический подход и технологические решения рекомендуется применять для обнаружения, исследования и картирования историко-культурных объектов и оценки сейсмической опасности территорий других регионов.

Gevorgyan Mikael Radik

Justification and features of the application of georadar system to resolve paleoseismological and archeological problems (study cases in Armenia and Egypt)

Annotation

The results of scientific and applied research are given in this thesis, which allows to make the following main conclusions and suggestions.
Currently, in many countries, all major archaeological research is carried out using georadiolocation. One of the main reasons is that, in comparison with other modern geophysical methods, the application of the georadar method makes it possible to obtain a very high resolution information about a subsurface structure. It is known that excavations of archaeological sites usually lead to partial destruction of the remains of ancient architectural monuments, while remote georadar studies avoid this and provide greater efficiency in the selection and evaluation of the most promising areas for excavation.

As a result of scientific and applied research, the following tasks have been solved in the thesis:

• A new methodical approach is proposed for the detection, investigation and mapping of spatial and linear objects, which allows increasing the accuracy of geophysical surveys and carry out two- and three-dimensional modeling of objects.

• The effective values of the dielectric permittivity (ξ) coefficients are empirically determined and it is confirmed that the selected practical parameters allow to detect and characterize surface and near-surface structures and objects.

• Technology and methodology for determining and refining input data for efficient field research has been proposed;

• The effectiveness of georadar research has been evaluated to identify promising archaeological sites based on the determination of their quantitative and qualitative characteristics;

• Georadar survey allows refining and mapping in detail the faults and seismogenic zones, which supports an adequate assessment of the seismic hazard and the risk of the investigated areas.

• For the first time in Armenia, a large-scale application of georadar imaging for studying various types of structures (objects) located at shallow depths has been carried out.

• As a result of the joint analysis of georadar research and archaeological data, more than 170 anomalous sites were identified for archaeological excavations in Armenia (historical and cultural sites of Gegharot and Shengavit) and Egypt (the site of Pharaoh Amenhotep III temple).

• At the site of the temple of Pharaoh Amenhotep III excavations were carried out and a fragment of the shoulder of the statue of the Pharaoh Mamnon was found. Based on georadar data, a model for the soil liquefaction was developed and an explanation was given for the subsidence of the columns' bases in the column hall of the temple of the Pharaoh Amenhotep III.

• More than 100 anomalous sites, promising for archaeological excavations, have been identified on the territory of historical and cultural centers of Gegharot and Shengavit. Identified anomalous areas are confirmed by archaeological excavations.

• The suggested methodical approach and technological solutions are recommended for detection, research and mapping of historical and cultural sites and assessment of seismic hazard for the territories in other regions.

2053