

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԱՆԱԶԱՐՈՎԻ ԱՆՎԱՆ ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱՅԻ ԵՎ ԻՆԺԵՆԵՐԱՅԻՆ ՍԵՅՍՄԱՐԱՆՈՒԹՅԱՆ
ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ ԱՆԻ ՀԱՄԱՐՁՈՄԻ

ԼԵՌՆԱԾԱԼՔԱՎՈՐ ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆՆԵՐՈՒՄ ՇԱՀԱԳՈՐԾՎՈՂ ԶՐԱՄՔԱՐՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՀԻԴՐՈՂԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՈՍՈՒՄՆԱՄԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱ-ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐԻ ԿԻՐԱՄԱՄՔ

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

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԳՅՈՒՄՐԻ – 2022

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ И ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ ИМЕНИ А.НАЗАРОВА

ГЕВОРГЯН АНИ АМБАРЦУМОВНА

ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ ГОРНО-СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ОСНОВАНИИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

АВТОРЕФЕРАТ

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

ГЮМРИ – 2022

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվան երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում:

Գիտական ղեկավար՝

երկրաբ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

Ռոբերտ Սարիբեկի Մինասյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

երկրաբ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր

երկրաբ. գիտ. թեկնածու

Սարգիս Հրաչիկի Հայրոյան

Մարգպետ Տիգրանի Տոնոյան

Առաջատար կազմակերպություն՝

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան

Պաշտպանությունը կայանալու է 2022թ. մայիսի 12-ին ժամը 14:00-ին ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվան երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտում գործող «Երկրաֆիզիկա» 040 մասնագիտական խորհրդի նիստում: Հասցեն՝ 3115, ք. Գյումրի, Վ.Սարգսյան 5:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀԳԱԱ ԵԻՍԻ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 01.04.2022թ.:

Մասնագիտական խորհրդի

գիտական քարտուղար, Ե. Գ. թ.

Ջ.Կ.Կարապետյան

Тема диссертации утверждена в Институте геофизики и инженерной сейсмологии имени А.Назарова НАН РА.

Научный руководитель:

доктор геологических наук, профессор

Ռոբերտ Տարիբեկովիչ Մինասյան

Официальные оппоненты:

доктор геологических наук, профессор

кандидат геол-мин наук

Սարգիս Գրաչիկովիչ Այրոյան

Մարզպետ Թիգրանովիչ Թոնոյան

Ведущая организация:

Национальный университет архитектуры и строительства Армении

Защита диссертации состоится 12 мая 2022г., в 14:00 часов на заседании Специализированного совета 040 «Геофизика» при Институте геофизики и инженерной сейсмологии имени А.Назарова НАН РА по адресу: 3115, г. Гюмри, ул. В.Саргсяна 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГИС НАН РА.

Автореферат разослан: 01.04.2022г.

Ученый секретарь

Специализированного совета, к. г. н.

Ժ.Կ. Կարապետյան

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Թեմայի արդիականությունը:

Հիդրոտեխնիկական կառույցները, մասնավորապես ջրամբարները, որպես կարևորագույն սոցիալ-տնտեսական օբյեկտներ, իրենց օգտագործման ամբողջ ժամանակաշրջանում պահանջում են տեխնիկական, տնտեսական, բնապահպանական և սոցիալական անվտանգություն: Նման օբյեկտների շահագործումը պահանջում է **մշտադիտարկումների** իրականացում տարբեր մեթոդների կիրառմամբ հետևելու դրանց **անվտանգության ցուցանիշներին**: Դիտարկվող լեռնաձալքավոր տարածաշրջաններում, այդ թվում Հայաստանի Հանրապետությունում, կառուցված ջրամբարների մեծ մասն ունեն **երկրահիդրոդինամիկական բարդ պայմաններ**, որոնք պետք է հաշվի առնել դրանց նախագծման, կառուցման և շահագործման ընթացքում: ՀՀ տարածքի նման ջրամբարների անվտանգ շահագործման խնդիրներն **արդիական են**, քանի որ յուրաքանչյուր պատվար վտանգ է ներկայացնում ջրամբարից ներքև տեղակայված կառույցների և բնակավայրերի համար:

Աշխատանքի նպատակը:

Ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական գիտահետազոտական և հետազննական աշխատանքների համալիր վերլուծության հիման վրա որոշել ՀՀ տարածքի հատուկ նշանակության ջրամբարների շահագործման վիճակները և անհրաժեշտության դեպքում առաջարկել նպատակային միջոցառումների իրականացում:

Դրված նպատակին հասնելու համար լուծված են հետևյալ խնդիրները՝

- Լեռնաձալքավոր տարածաշրջանների ջրամբարներին բնորոշ ֆիզիկա-երկրաբանական դինամիկական մոդելի կազմում և դրա ընդհանրացված ջրաերկրաֆիզիկական բնութագրերի որոշում:
- Ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական առանձին մեթոդների կիրառման մեթոդիկայի կատարելագործման հիման վրա լուծված են երկրահիդրոդինամիկական հետևյալ խնդիրները՝ առանձին ջրամբարների երկրաֆիլտրացիոն պրոցեսների արդի վիճակը, պատվարների մարմնում ժամանակակից դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքի որոշում, իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների արդյունավետության գնահատումներ:
- Ուսումնասիրված ջրամբարների պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատում:
- Դիտարկված ջրամբարների անվտանգ շահագործման դիագնոստիկական ցուցանիշների որոշման անհրաժեշտություն:

Պաշտպանվող հիմնական դրույթները:

- Ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական մեթոդների արդյունավետ համալիրի հիմնավորում և կիրառում լեռնաձալքավոր տարածաքաներին բնորոշ գրունտային պատվարների երկրահիդրոդինամիկական պայմանների որոշման նպատակով:

– ՀՀ հատուկ նշանակության ջրամբարների տարածքներում իրականացված ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառման բազմամյա տվյալների վերամշակման և ընդհանրացման հիման վրա որոշել՝ երկրաֆիլտրացիոն պրոցեսների ժամանակա-տարածական փոփոխությունները, պատվարներում դեպրեսիոն մակերևույթների տեղադիրքերը և իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների արդյունավետությունը:

– Առանձին ջրամբարների պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատման հիմնավորում և որոշում:

– Դիտարկված ջրամբարների դիագնոստիկական ցուցանիշների համեմատական վերլուծություն դրանց անվտանգ շահագործման նպատակով:

Աշխատանքի գիտական նորույթը և գործնական նշանակությունը:

– Առաջարկված է ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառման մեթոդական մոտեցումներ ջրամբարների պատվարների ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական կառուցվածքի, ֆիլտրացիոն պրոցեսների ուսումնասիրության, դեպրեսիոն մակերևույթի որոշման և հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների արդյունավետության գնահատման նպատակով:

– ՀՀ հատուկ նշանակության ջրամբարներում տարածքներում իրականացված ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական գիտա-կիրառական ուսումնասիրությունների բազմամյա տվյալների վերլուծության և ընդհանրացման հիման վրա որոշված են դրանց երկրաֆիզիկական միջավայրի ժամանակակից պայմանները, առաջարկված են համապատասխան միջոցառումների իրականացում:

– Հաշվի առնելով ժամանակակից նորմատիվային պահանջները հիմնավորված և իրականացված է ՀՀ շահագործվող առանձին ջրամբարների պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատում:

– Նկատի ունենալով, որ ՀՀ հատուկ նշանակության ջրամբարները մեծամասամբ ավարտել են իրենց շահագործման ժամկետները, դրանց հետագա անվտանգ շահագործման նպատակով անհրաժեշտ է որոշել համապատասխան դիագնոստիկական ցուցանիշներ, համաձայն ICOLD Միջազգային կոմիտեյի պահանջների:

Փորձահավաստիությունը և հրապարակումները:

Ուսումնասիրությունների հիմնական արդյունքները զեկուցվել և ներկայացվել են միջազգային ու հանրապետական գիտաժողովներում՝ «Լեռնային շրջաններում բնական և տեխնաձին վտանգավոր պրոցեսներ՝ մոդելներ, համակարգեր, տեխնոլոգիաներ» VII միջազգային գիտաժողով (Վլադիկավկազ, 2019թ), «Երկրաֆիզիկայի, ինժեներային սեյսմաբանության և սեյսմակայուն շինարարության ժամանակակից խնդիրները» երիտասարդ գիտնականների IV, III և II միջազգային գիտաժողովներ (Գյումրի-Երևան-Ծաղկաձոր, 2018թ, 2017թ. և 2015թ), «Ժամանակակից գիտության ձեռքբերումներն ու հեռանկարները» միջազգային գիտա-գործնական գիտաժողով (Աստանա, 2017թ), «Երիտասարդ

գիտնականների հետազոտություններ և զարգացումներ» երիտասարդական միջազգային գիտա-գործնական գիտաժողով (Նեֆտեկամսկ, 2015թ.), «Գիտական հետազոտություններ ժամանակակից աշխարհում» երիտասարդական միջազգային գիտա-գործնական գիտաժողով (Նեֆտեկամսկ, 2015թ.), ԵՊՀ ՌԻԳԸ տարեկան գիտական նստաշրջան (Երևան, 2015թ.), Գյումրու Մ.Նալբանդյանի անվան պետական մանկավարժական ինստիտուտի ուսանողական հանրապետական գիտաժողով (Գյումրի, 2015թ.), Խ.Աբովյանի անվան Հայկական պետական մանկավարժական համալսարան «Հայկական լեռնաշխարհի աշխարհագրական ասպեկտները» թեմայով գիտաժողով (Երևան, 2015թ.), ՀՀ ԱԻՆ Ճգնաժամային կառավարման պետական ակադեմիա «Բնակչության պաշտպանության արդի հիմնախնդիրները» միջբուհական ուսանողական 3-րդ գիտաժողով (Երևան, 2015թ.), ԵՊՀ «Երկրաշարժերի ուսումնասիրության արդի հիմնախնդիրները՝ նվիրված Սպիտակի երկրաշարժի տարեյոցին» (Երևան, 2014թ.), ԵՊՀ Աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի հիմնադրման 80-ամյակին նվիրված հոբելյանական նստաշրջան (Երևան, 2014թ.): Հրատարակված են թեմային վերաբերվող 12 գիտական հոդվածներ գրախոսվող ամսագրերում:

Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը:

Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, հինգ գլուխներից, եզրակացություններից և առաջարկություններից, գրականության ցանկից՝ թվով 107 գրական աղբյուր, հավելվածներից: Ընդհանուր ծավալը 147 էջ, բերված են 65 նկար, 11 աղյուսակ:

Երախտագիտություն:

Խորին երախտագիտությունս եմ հայտնում իմ գիտական ղեկավար՝ ե.գ. դոկտոր, պրոֆեսոր Ռ.Ս.Մինայանին խնդրի դրվածքի, օգտակար խորհուրդների, աշխատանքի նկատմամբ ցուցաբերած մշտական ուշադրության և անմնացորդ աջակցության համար:

Շնորհակալություն եմ հայտնում ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվան Երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի տնօրինությանը և աշխատակիցներին կազմակերպած քննարկումների, օբյեկտիվ գնահատականների համար, ինչպես նաև ե-հ.գ.թ. Վ.Խոնդկարյանին, ե.գ.թ. Ս.Մարգարյանին, ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի երկրաֆիզիկայի ամբիոնի պրոֆեսորա-դասախոսական անձնակազմին՝ աշխատանքի կատարման ընթացքում ցուցաբերած աջակցության և օգտակար խորհուրդների համար:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ներածությունում հիմնավորված են թեմայի արդիականությունը, լուծված խնդիրները, բերված են պաշտպանվող հիմնական դրույթները, աշխատանքի գիտական նորոյթը և կիրառական նշանակությունը:

Առաջին գլուխում դիտարկված է Հայաստանի Հանրապետության հատուկ նշանակության առանձին ջրամբարների շահագործման արդի վիճակը: Հայտնի է, որ ներկայումս հիդրոտեխնիկական կառույցների նախագծման, շինարարության

և շահագործման փուլերում երկրահիդրոդինամիկական խնդիրների լուծման նպատակով կիրառվում են նաև ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական տարբեր մեթոդներ: Վիճակագրական տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ՀՀ-ում պատվարների ամբողջական փլուզում տեղի չի ունեցել, սակայն եղել են տարբեր աստիճանի վնասներ, հատկապես երկրահիդրոդինամիկական պայմանների փոփոխությունների հետևանքով: Հայտնի են վթարային դեպքեր Ձորաբլուրի, Մարմարիկի և Արթիկի պատվարների շահագործման ժամանակահատվածներում: Վթարվել է Արգել ՀԷԿ-ը, գրանցվել են վթարային իրավիճակներ Որոտանի կասկադի Սպանդարյան ՀԷԿ-ի ջրթողում, նկատվել են վտանգավոր երևույթներ Ոսկեթաս, Ապարան, Հախում և Մարմարիկ ջրամբարներում ջրթողների հետ:

Հրատարակված և արխիվային նյութերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ շահագործվող գրունտային պատվարներին բնորոշ խափանման ձևերից են հատկապես կառույցի մարմնում և կողային հատվածներում ֆիլտրացիոն ջրերի մեծ ելքերը, դեպրեսիոն մակերևույթի համեմատական բարձր մակարդակը, հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների խցանումները և դրանց բացակայությունը:

Աշխատանքում դիտարկված խնդիրների լուծման ընթացքում օգտագործված են տվյալներ, որոնք ստացված են Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի գիտա-հետազոտական ինստիտուտի, «Հայջրնախագիծ» և «Հայիդրոնախագիծ» կազմակերպությունների, ինչպես նաև ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվան երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության և Երկրաբանության ինստիտուտների ու ԱԻՆ «Սեյսմիկ պաշտպանության տարածքային ծառայություն» ՊՈԱԿ-ի մասնագետների կողմից:

Աշխատանքի երկրորդ գլխում առաջարկված և հիմնավորված է ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական առանձին մեթոդների մեթոդաբանության կատարելագործում երկրահիդրոդինամիկական խնդիրների լուծման նպատակով: Առաջարկված և կազմված է ուսումնասիրված ջրամբարների ֆիզիկա-երկրաբանական դինամիկական մոդելը, որի բնութագրերը պայմանավորված են ջրամբարների տարածքներում տեղի ունեցող երկրահիդրոդինամիկական պայմանների ժամանակային փոփոխություններով:

Աշխատանքում դիտարկված խնդիրների լուծումների համար առաջարկված են ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական առանձին մեթոդների կիրառման և տվյալների մշակման նոր մոտեցումներ:

• Ջրամբարների տարածքներում տեղի ունեցող ֆիլտրացիոն պրոցեսների ուսումնասիրություններ: Ջրամբարի պատվարի և ափամերձ տարածքներից ֆիլտրացիոն կորուստների հայտնաբերման, դրանց փոփոխության և ջրակորուստների ընդհանուր ծախսի գնահատման նպատակով հաստատված և գործնական օգտագործված են երկրաֆիզիկական բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) մեթոդի կիրառման և տվյալների մշակման նպատակային մոտեցումներ: Ուսումնասիրությունների արդյունքում կառուցված են գրաֆիկներ և քարտեզներ, կախված ջրամբարի մորֆոլոգիական բնութագրերից՝ H (լքվածություն, մ) կամ W (ջրի ծավալ, մլն. մ³) մեծություններից: Ստացված հաշվարկային $Q_{ԲԷԴ}$ մեծությունը

ջրաքանակի ծավալ է, որը ֆիլտրացվել է ջրամբարից միավոր ժամանակում և համեմատական է ընդհանուր ֆիլտրացիոն կորուստների (ծախսի) մեծությանը:

• **Ջրամբարների պատվարների դեպրեսիոն մակերևույթի քարտեզագրում:** Խնդրի լուծման համար առաջարկված են երկրաֆիզիկական մեթոդներ՝ սեյսմաչափական բեկված ալիքի (ԲԱՄ) և որպես նոր՝ էլեկտրազոնդավորման դաշտերի տարանջատման մեթոդը (ՋԴՏՄ): Մասնավորապես ՋԴՏՄ-ի դաշտային տվյալների հիման վրա կառուցվում են էլեկտրազոնդավորման կոմուլյատիվ գրաֆիկներ, որոնք քանակական մշակման հիման վրա որոշվում (գնահատվում) է ստորերկրյա ջրերի խորությունը՝ դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքը:

• **Ջրամբարների տարածքներում իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների արդյունավետության գնահատում:** Խնդրի լուծման նպատակով հաստատված է երկրաֆիզիկական լիցքավորված մարմնի մեթոդի (ԼՄՄ) տարբերակ, որը կիրառվում է ընդունված ոչ թե մեկ, այլ զույգ հորատանցքերում (պիեզոմետրերում), որոնք գտնվում են վարագույրի հանդիպակած հատվածներում: Հավասարաչափ աղակալվում (NaCl) է այն պիեզոմետրը, որը գտնվում է մինչև ցեմենտացիոն վարագույրը: Չափումների ավարտին էկվիպոտենցիալ իզոգծերի տարածական դիրքով որոշվում է աղային լուծույթի տարածման ուղղությունը և ուսումնասիրվող պիեզոմետրի ջրաթափանցելիությունը:

• **Պատվարի ճարտարագիտա-երկրաբանական կտրվածքի ուսումնասիրություններ:** Նկատի ունենալով, որ հաճախ լեռնածալքավոր տարածքներում կառուցված ջրամբարների պատվարներն ունեն սահմանափակ երկարություններ, մասնավորապես հավասար առաջին հարյուր մետրերի, որի հետևանքով հիմնականում կիրառվող էլեկտրազոնդավորման ՈւէՋ մեթոդի տեղադրման կետերը կրճատվում են: Նման դեպքերում առաջարկված է էլեկտրազոնդավորման կոմբինացված եռէլեկտրոդ ($AMN + MNB \ C \rightarrow \infty$) տարբերակը, որի տվյալներն ավելի հիմնավոր են դարձնում ուսումնասիրվող պատվարի ճարտարագիտա-երկրաբանական կառուցվածքը:

Առաջարկված երկրաֆիզիկական մեթոդների տարբերակները կիրառված են ՀՀ հատուկ նշանակության առանձին ջրամբարների տարածքներում: Արդյունքները բերված են աշխատանքի համապատասխան բաժիններում:

Երրորդ գլխում դիտարկված է ՀՀ հատուկ նշանակության առանձին ջրամբարների երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառման հիման վրա:

Ուսումնասիրված Ազատի, Ապարանի, Կառնուտի, Արփի լճի, Սառնաղբյուրի, Սպանդարյանի, Տոլրոսի և Տաթևի ջրամբարների տարածքներում լուծված են հետևյալ խնդիրները՝

- պատվարների մարմնում և ավամերձ տարածքներում երկրաֆիլտրացիոն պրոցեսների ժամանակա-տարածական փոփոխությունների վերլուծություն,
- ջրամբարների պատվարների մարմնում դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքի որոշում (գնահատում),

- ջրամբարների պատվարների տեղամասերում ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական պայմանների ժամանակա-տարածական փոփոխությունների ուսումնասիրություն,
- իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների արդյունավետության գնահատում:

– Պատվարների մարմնում և ավիամերձ տարածքներում երկրաֆիլտրացիոն պրոցեսների ուսումնասիրություններ:

• **Ազատի ջրամբար և հարակից տարածքներ:** Ուսումնասիրությունների նպատակով կիրառված են երկրաֆիզիկական բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ), էլեկտրազոնդավորման և էլեկտրապրոֆիլացման մեթոդների համալիր: Ստացված են հետևյալ արդյունքները՝

- Ջրամբարի բարձր մակարդակների դեպքում ԲԷԴ մեթոդի անոմալիաները պայմանավորված են ֆիլտրացիոն ջրերի զգալի քանակով, մասնավորապես պատվարի արևմտյան և արևելյան հատվածներում:
- Ջրամբարի ներքին բյեֆին կից կատաստրոֆիկ ջրթափի տեղամասում առկա են կենտրոնացված ֆիլտրացիոն ջրեր, որոնք հատում են ջրթափը, մուտք գործելով պատվարի հողային մարմին, ստեղծելով վտանգավոր վիճակ:
- Ջրամբարի մեղայլ ծավալի դեպքում ԲԷԴ անոմալիա գրանցվել է միայն պատվարի հարավ-արևմտյան հատվածում, որը պայմանավորված է բարձր նիշերի դեպքում կուտակված ֆիլտրացիոն ջրերի արտահոսքով:

• **Ապարանի ջրամբար և հարակից տարածքներ:** Ջրամբարը շահագործման հանձնելուց հետո նկատվեցին զգալի ֆիլտրացիոն կորուստներ, մասնավորապես պատվարի աջակողմյան ավիամերձ տարածքից և ջրամբարի ջրատարածությունից: Առաջացան հետևյալ խնդիրները՝

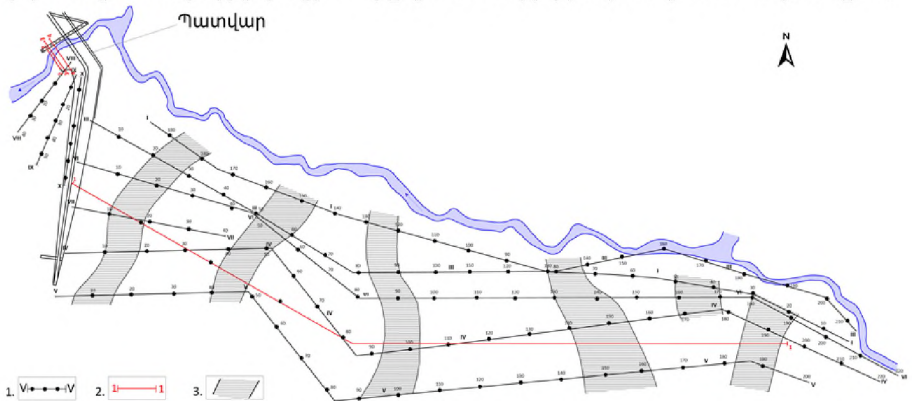
- Հնարավոր է արդյոք հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների կիրառմամբ կրճատել ֆիլտրացիոն կորուստները թույլատրելի սահմաններում:
- Եթե ֆիլտրացիոն ջրերը շարունակական են, ապա որոշել դրանց տարածական բաշխվածությունը և օգտագործման հնարավորությունները:

Երկրաֆիզիկական բնական էլեկտրական դաշտի, բազմասարք էլեկտրապրոֆիլացման և էլեկտրազոնդավորման առանձին տարբերակների ուսումնասիրությունների հիման վրա լուծվեցին հետևյալ խնդիրները՝

- Քարտեզագրվեց ջրամբարին կից հարավ և հարավ-արևմտյան տեղամասերի ջրամերժ ապարների ռելիեֆի կառուցվածքը:
- Որոշվեց ջրամբարից ֆիլտրացվող ջրերի բեռնաթափման հիմնական տեղամասերը՝ աջափնյա և ջրատարածության հատվածները:
- Առաջարկվեց ֆիլտրացիոն ջրերի օգտագործման հնարավորությունները:

• **Կառնուտի ջրամբար և հարակից տարածքներ:** Չնայած ջրամբարում իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների (թասում և պատվարի ձախափնյա հատվածում) ֆիլտրացիոն կորուստները զգալի են՝ գերազանցելով կուտակվող ջրածավալի 40%-ը, հատկապես ջրամբարներում դրանց բարձր նիշերի դեպքում:

Բնական էլեկտրական դաշտի և էլեկտրապրոֆիլացման մեթոդների կիրառման արդյունքում հաստատված է, որ ջրամբարից **Ֆիլտրացիոն կորուստները շարունակական են** (նկար 1.): Հետևաբար ջրամբարի տարածքում արդյունավետ հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների իրականացումն անհրաժեշտ է:



Նկար 1. Էլեկտրապրոֆիլացման (ԷՊ) և բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) մեթոդներով հայտնաբերված ֆիլտրացիոն հոսքերի տեղամասեր, Կառնուտի ջրամբարի ձախափնյա տարածք, Մ – 2.000, 2020թ.

1. – ԷՊ-ի և ԲԷԴ-ի համատեղ պրոֆիլներ, 2. – ԲԷԴ-ի պրոֆիլներ՝ 2020թ., 3. – ֆիլտրացիոն հոսքի տեղադիրքեր

• **Արփի լճի ջրամբար և հարակից տարածքներ:** Զրամբարի երկրափոփոխամիկական պայմանների պարզաբանման նպատակով իրականացված երկրաֆիզիկական համալիր ուսումնասիրությունների հիման վրա ստացված են հետևյալ արդյունքները՝

- Ֆիլտրացիոն ջրերի կենտրոնացված հոսքեր հիմնականում ներթափանցում են քարալիցքային պատվարի աջակողմյան և հիմնատակերից:
- Որոշված են ջրամբար ապարների խորությունները:
- Ստորերկրյա ջրերի մակարդակը գետային (այլուվիալ) նստվածքներում գտնվում է մինչև 4–5 մ, իսկ հրաբխածին (անդեզիտաբազալտային) ապարներում՝ հիմնականում 10-15 մ:

• **Սառնաղբյուրի ջրամբար և հարակից տարածքներ:** Զրամբարից ֆիլտրացիոն կորուստները զգալի են և բարձր նիշերի դեպքում կազմում են մոտ 50%: Զրաերկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների տվյալները հաստատում են, որ ֆիլտրացիոն ջրերը պատվարի մարմին մուտք են գործում հատկապես դրա ձախակողմյա ափամերձ տարածքից: Դրանք շարունակական են և պահանջում են հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների իրականացում: Որպես ջրամբարի ջրածավալի ավելացման հնարավոր լրացուցիչ աղբյուր, հաշվի առնելով տեղամասում իրականացված ջրաերկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների արդյունքները, առաջարկվում է օգտագործել տարածքում առկա ենթահունային ջրերը:

Երկրահիդրոդինամիկական պայմանների ուսումնասիրություններ ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական համալիր մեթոդների կիրառմամբ իրականացված են նաև Մարմարիկի, Մանթաշի, Հալավարի, Հեռ-Հեռի ջրամբարների տարածքներում:

– Զրամբարների պատվարների դեպրեսիոն մակերևույթի քարտեզագրում:

Հայտնի է, որ հիդրոտեխնիկական կառույցների շահագործման ընթացքում անհրաժեշտ է իրականացնել բնական դիտարկումներ լուծելու դրանց անվտանգ շահագործման առանձին խնդիրներ, մասնավորապես պատվարի մարմնում դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքի փոփոխությունները, որոնք հնարավոր են թույլ թափանցելի էկրանների և հիմնատակերի ոչ բավարար ամրացումների հետևանքով: Խնդրի լուծումը պահանջում է առաջին հերթին, պիեզոմետրական դիտարկումների և ստացված տվյալների ընթացիկ վերլուծություն: Կատարված ուսումնասիրությունների փորձը ցույց է տալիս, որ բացի ընդունված պիեզոմետրական հորատանցքերի տվյալներից, գնահատումների նպատակով առաջարկվում է նաև երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառում, որոնք մասնավորապես օգտագործված են ՀՀ-ում շահագործվող առանձին ջրամբարների տարածքներում:

- **Ազատի ջրամբար:** Տեղամասում իրականացված են չափումներ սեյսմահետախուզության բեկված ալիքի կորելացիոն մեթոդի (ԲԱԿՄ) կիրառմամբ: Դիտարկումների հիման վրա արված են հետևյալ եզրակացությունները՝
 - Զրամբարի աջակողմյան ափամերձ տարածքի գրունտներն ունեն ֆիլտրացիայի գործակցի մեծ արժեքներ, որի հետևանքով ջրի մակարդակի անգամ փոքր գրադիենտի դեպքում, տեղի է ունենում ֆիլտրացիա:
 - Հորտանցքերում նկատվում են ջրի և ջրամբարում ջրի մակարդակների համահունչ փոփոխություններ:
 - Առանձին պիեզոմետրերում քարտեզագրված դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքը գտնվում է ավելի բարձր նիշերում համեմատած նախագծային տվյալների հետ:

• **Ապարանի ջրամբար:** Խնդիրը լուծված է ջրամբարի պատվարի ներքին բլեֆում իրականացված սեյսմաչափական տվյալների հիման վրա: Դեպրեսիոն մակերևույթը արտահայտված է սեյսմիկ բեկված ալիքով, որի սահմանային արագությունը՝ $V_{սահմ.} = 1850 \div 2400$ մ/վ: Պատվարի ներքին բլեֆի առանձին պրոֆիլներում, հատկապես դրենաժային պրիզմայի մոտակայքում, դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքը գտնվում է ավելի բարձր նիշերում քան նախագծայինը, որը թույլատրելի չէ:

• **Կառնուտի ջրամբար:** Դեպրեսիոն մակերևույթի ժամանակակից դիրքի որոշումն իրականացված է առաջարկված էլեկտրական զոնդավորման մանրակրկիտ չափումների հիման վրա՝ զոնդավորման դաշտերի տարանջատման մեթոդով (ՁԴՏՍ), որը հնարավորություն է տվել որոշելու (գնահատելու) ֆիլտրացիոն (ստորերկրյա) ջրերի մակարդակները: Զրամբարի տարածքում ստացված

դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքն առանձին դեպքերում, համեմատած նախագծայինի հետ, գտնվում է ավելի բարձր նիշերում: Պատվարի անվտանգ շահագործման տեսակետից անհրաժեշտ է ջրամբարի ներկայիս պիեզոմետրական ցանցի վերականգնում, սիստեմատիկ դիտարկումների իրականացում և ստացված տվյալների ընթացիկ վերլուծություն:

• **Արփի լճի ջրամբար:** Ի տարբերություն ՀՀ հատուկ նշանակության մյուս ջրամբարների, որոնցում նախագծված և իրականացված են պիեզոմետրական հորատանցքեր Արփի լճի ջրամբարում դրանք բացակայում են: Այդ նպատակի համար կարևոր են մեր կողմից իրականացված ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների արդյունքները, որոնք կատարված են բնական էլեկտրական դաշտի, էլեկտրա- և սեյսմաչափական զոնդավորումների համալիրի կիրառմամբ: Առաջարկված է թվով 12 պիեզոմետրերի տեղադրում՝ պատվարի վրա, Ախուրյան գետահունի աջ և ձախ ափերում, ինչպես նաև պատվարի և ջրթող կառույցին հարող գետահունային հատվածներում: Երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների արդյունքները ներկայացված և ընդգրկված են «Հայգյուղ նախագիծ» ՓԲ-ի կողմից կատարված նախագծային աշխատանքներում:

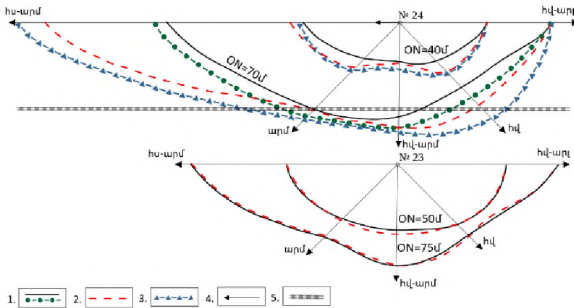
Ներկա պայմաններում ֆիլտրացիոն պրոցեսների առկայության, պիեզոմետրական ցանցի վերականգման և լրացուցիչ շիննյութերի որոնման նպատակներով համալիր ինժեներա-երկրաֆիզիկական մեթոդների առաջարկված մոտեցումներով ուսումնասիրություններ իրականացվել են նաև Սպանդարյանի, Տոլորսի և Տաթևի ջրամբարների տարածքներում:

– **Հատուկ նշանակության ջրամբարների տարածքներում իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների արդյունավետության գնահատում:** Ուսումնասիրված Ազատի, Ապարանի և Կառնուտի ջրամբարներից ֆիլտրացիոն ջրակորուստների կրճատման նպատակով իրականացված են հակաֆիլտրացիոն միջոցառումներ՝ ցեմենտացիոն կողային, ճակատային վարագույրներ և պոլիմերային թաղանթների տեղադրում: Նման միջոցառումների արդյունավետության գնահատման համար կիրառված է նաև ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական մեթոդների համալիր:

• **Ազատի ջրամբարի ճակատային հակաֆիլտրացիոն վարագույրի ուսումնասիրություն:** Երկրաֆիզիկական աշխատանքները կատարված են լիցքավորված մարմնի մեթոդի (ԼՄՄ)՝ առաջարկված մեթոդիկայի տարբերակով: Որպես օրինակ նկար 2.-ում բերված են թիվ 24 և 23 պիեզոմետրերի ուսումնասիրության արդյունքները: Մասնավորապես թիվ 24 պիեզոմետրում ներմուծված աղային լուծույթի տարածումը դիտարկված է թիվ 23 պիեզոմետրում, որը ապացուցում է տվյալ հատվածում ցեմենտացիոն վարագույրի ջրաթափանցելիությունը: Նման արդյունքներ ջրաթափանցելիության տեսանկյունից ստացված են թիվ 8-7, 19-20, 27-28 պիեզոմետրերում:

Նկար 2. Ազատի ջրամբարում իրականացված հակաֆիլտրացիոն վարագույրի արդյունավետության գնահատման օրինակ ԼՄՄ-ի կիրառմամբ

1 – հիմնային էկվիպոտենցիալ իզոգծեր, 2 – իզոգծեր, որոնք գրանցվել են թիվ 24 և 23 պիեզոմետրերում աղային պարկի իջեցումից մեկ օր հետո, 3 – նույնը երկու օր հետո, 4 – ֆիլտրացիոն հոսքի ուղղություն, 5 – ցեմենտացիոն վարագույրի առանցք



Ջրամբարի երկաթբետոնյա կատաստրոֆիկ ջրթափ կառույցի արդի վիճակը: Երկրաֆիզիկական բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) և էլեկտրապրոֆիլացման (ԷՊ) մեթոդների ուսումնասիրություններն իրականացված են պատվարի ներքին բյեֆի աջափնյա հատվածում: Կառույցի արդի վիճակի պարզաբանման նպատակով «Արտակարգ իրավիճակների և քաղաքացիական պաշտպանության հիմնահարցերի համառուսական գիտահետազոտական ինստիտուտի» մասնագետների մասնակցությամբ կատարվել են նաև աշխատանքներ գեոռադիոլոկացիոն մեթոդի կիրառմամբ: Արված են հետևյալ եզրահանգումները.

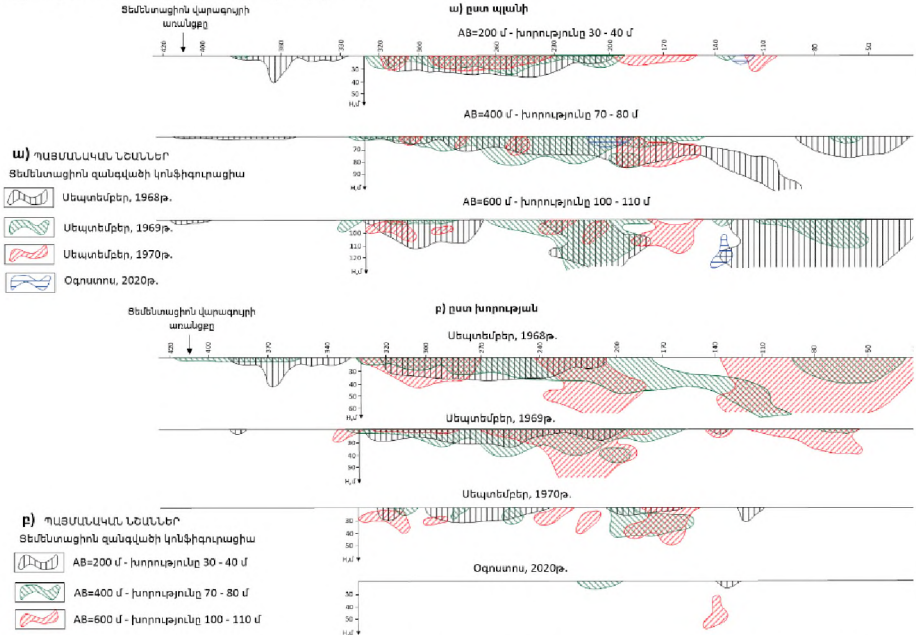
- Ջրամբարի երկաթբետոնյա կատաստրոֆիկ ջրատարը գտնվում է շահագործական ոչ բավարար վիճակում:
- Կառույցի գրունտները համարվում են «սահմանափակ աշխատունակ»:
- Առաջարկվում է յուրաքանչյուր 3 ամիսը մեկ իրականացնել երկրաֆիզիկական փորձարկումներ, պարզելու պատվարի մարմնի և կատաստրոֆիկ ջրատարի ընթացիկ շահագործական վիճակը:

• **Ապարանի ջրամբարի աջափնյա հակաֆիլտրացիոն վարագույրի ուսումնասիրություն:** Ջրամբարը շահագործման հանձնելուց հետո պարզվեց, որ հատկապես կուտակված ջրածավալի բարձր նիշերի դեպքում ֆիլտրացիոն կորուստները մեծ են 5 մ³/վ-ից: Կիրառված երկրաֆիզիկական համալիր ուսումնասիրությունների հիման վրա՝

- Որոշվել է պատվարի ափամերձ աջակողմյան տեղամասի ջրաթափանց հրաբխածին ապարների տարածական դիրքը:
- Գնահատվել է վարագույրի ցեմենտացված հատվածների ամրացման ընթացքը:

Մասնավորապես նկար 3.-ում բերված են էլեկտրապրոֆիլացման քարտեզագրական նյութեր, որոնք ցույց են տալիս իրականացված ցեմենտացիոն

վարագույրի ամրացման ժամանակային փոփոխությունները ըստ տարածության (պլանի) և կտրվածքի (խորությամբ):



Նկար 3. Ապարանի ջրամբարի ցեմենտացիոն վարագույրի իրականացման ժամանակային և տարածական փոփոխությունները

Նկատի ունենալով հակաֆիլտրացիոն ցեմենտացիոն աշխատանքների ֆիլտրացվող ջրակրուստների կանխման ցածր արդյունավետությունը ընդունվում է որոշում դրանց դադարեցման մասին: Հաշվի է առնվում նաև այն հանգամանքը, որ ջրամբարից ֆիլտրացիոն ջրերը հնարավոր է օգտագործել ավելի ցածր նիշերում տեղակայված հողատարածությունների ջրամատակարարման համար:

• **Կառնուտի ջրամբարի հակաֆիլտրացիոն վարագույրի (պոլիմերային թաղանթի) ուսումնասիրություն:**

Իրականացված հակաֆիլտրացիոն աշխատանքների արդյունավետության գնահատման նպատակով ջրամբարի թասի տարածքում կիրառվել է **բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) մեթոդի «ջրային» տարբերակը**, դիտարկումները կատարվել են ջրամբարի ջրատարածությունում: Ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ չնայած իրականացված հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների, ֆիլտրացիոն կորուստները շարունակվում են և պահանջվում են արդյունավետ հակաֆիլտրացիոն միջոցառումներ:

Չորրորդ գլխում դիտարկված են ջրամբարների պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատման խնդիրները:

Համաշխարհային փորձը ցույց է տալիս, որ պատվարներն անվտանգ չեն տեղի ունեցող երկրաշարժերի նկատմամբ: Հայտնի է, որ ՀՀ-ում շահագործվող պատվարների մեծ մասը կառուցվել են համաձայն տվյալ ժամանակաշրջանում գործող նորմատիվային փաստաթղթերի և պահանջների, մինչև դեռ ժամանակի ընթացքում դրանք փոխվում են և շահագործվող պատվարների սեյսմակայունությունը պետք է բավարարի նոր նորմերի պահանջներին:

ՀՀ Փրկարար Ծառայության և ամերիկյան «Jakobs» ընկերության համատեղ աշխատանքների արդյունքում գնահատվել են մոտ 60 ջրամբարների շահագործման վիճակը: ՀՀ ԳԱԱ Ա.Նազարովի անվան երկրաֆիզիկայի և ինժեներային սեյսմաբանության ինստիտուտի և Գեոռիսկ կազմակերպության կողմից մի շարք ջրամբարների համար իրականացվել են սեյսմիկ վտանգի և ռիսկի գնահատման աշխատանքներ: Ներկա ժամանակահատվածում արդիական խնդիր է համարվում պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատումը, հաշվի առնելով գրունտների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների փոփոխությունները, պատվարների լարվածա-դեֆորմացիոն վիճակը և սպասվող սեյսմիկ վտանգը: Աշխատանքում, որպես օրինակ, բերված են հաշվարկներ Գեղի ջրամբարի պատվարի համար: Ստացված տվյալների համաձայն պատվարը **սեյսմակայուն չէ**: Հնարավոր ոչ ցանկալի ուժգնության երկրաշարժի դեպքում տեղի կունենա պատվարի շեպի կայունության կորուստ, որն անթույլատրելի կդարձնի դրա հետագա շահագործումը: Աշխատանքի հավելվածում բերված են նաև Տոլրսի, Սպանդարյանի, Կեչուտի և Զողազի ջրամբարների պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատման արդյունքները:

– **Գրունտային պատվարների սեյսմակայունության ուսումնասիրություն բազմակի սեյսմիկ ազդեցությունների հետևանքով**: Գրունտային պատվարների երկրադինամիկական ուսումնասիրությունները սեյսմիկ ուժերի ազդեցության հետևանքով շարունակում են մնալ կարևոր խնդիր դրանց նախագծման և անվտանգ շահագործման փուլերում: Յուրաքանչյուր նոր սեյսմիկ ծանրաբեռնվածություն ազդելու է պատվարի սկզբնական վիճակի վրա, որի հետևանքով սպասվում են մնացորդային տեղափոխություններ: Նախագծվող պատվարների սեյսմիկ կայունության խնդիրը միանգամյա երկրաշարժի ազդեցության հետևանքով չի ապահովագրում դրա կայունությունը կրկնվող երկրաշարժերի դեպքում: Հետևաբար գրունտային պատվարների նախագծման հաշվարկներում անհրաժեշտ է հաշվի առնել դրանց վրա ոչ միայն սահմանային ընդունելի մեկանգամյա սեյսմիկ ազդեցության հետևանքները, այլ նաև նրանք, որոնք սպասվում են բազմամյա դինամիկ ծանրաբեռնվածությունների արդյունքում:

Հինգերորդ գլխում դիտարկված են ՀՀ հատուկ նշանակության ջրամբարների անվտանգ շահագործման դիագնոստիկական ցուցանիշների որոշումը և հնարավոր վթարների կանխատեսումները:

– **Ջրամբարների անվտանգ շահագործման դիագնոստիկական ցուցանիշների որոշման անհրաժեշտությունը**: Շահագործվող ջրամբարների անվտանգության հսկումը ներկա պայմաններում, համաձայն ICOLD-ի Միջազգային

կոմիտեի, պետք է հիմնավորված լինի դրանց վիճակի դիագնոստիկական ցուցանիշների մեծությունների վրա, որոնք պահանջվում է **որոշել նախագծում և ստուգել շահագործման ընթացքում բնական դիտարկումների հիման վրա**: Ընդունված են հիդրոտեխնիկական օբյեկտների անվտանգ շահագործման հետևյալ չափանիշները.

➤ **դիագնոստիկական չափանիշ K_1 - առաջին (նախագզուշացնող)**՝ կառույցի գործող տարրերը, ցուցանիշները և պահանջները բավարարում են դրա **նորմալ շահագործման** պայմաններին,

➤ **չափանիշ K_2 - երկրորդ (սահմանային)**՝ դրանք դիագնոստիկական ցուցանիշներ են, որոնց գերազանցումը շահագործման ընթացքում **թույլատրելի չէ**:

Նշենք, որ ՀՀ տարածքի ջրամբարների նախագծային նյութերը և դրանց շահագործման ժամանակակից նորմատիվային պահանջները ցույց են տալիս, որ դրանք մեծամասամբ «ավարտել են» իրենց շահագործման ժամկետները և դրանց հետագա անվտանգ շահագործումը պահանջում է առանձին գիտա-կիրառական խնդիրների լուծումներ և շինարական վերականգնողական աշխատանքներ:

Համաձայն ընդունված միջազգային չափանիշների ՀՀ պատվարներից 8-ը՝ Ազատ, Տոլորս, Մանթաշ, Սևաբերդ, Դավիթ Բեկ, Կառնուտ, Վարդաքար, Սառնաղբյուր ունեն բարձր խոցելիության աստիճան, 9-ը՝ Կեչուտ, Ախուրյան, Արփի լիճ, Սպանդարյան, Հեր-Հեր, Տավուշ, Երևանյան, Գեղի, Մարմարիկ միջին, 7-ը՝ Ապարան, Զողազ, Հախում, Հալավար, Այգեձոր, Թավշուտ, Զանգազատուն ցածր խոցելիության աստիճան:

- **Ջրամբարների պիեզոմետրական հաշվարկային (նախագծային) տեղադիրքերը և ֆիլտրացիոն ծախսերը, որպես դրանց անվտանգ շահագործման դիագնոստիկական ցուցանիշներ**: Ներկայումս ՀՀ շահագործվող ջրամբարների մեծամասնությունում, մասնավորապես, պիեզոմետրական ցանցերը բավարար չեն գործում, իսկ եթե կան ապա դրանք սահմանափակ քանակի են և ոչ բոլոր դեպքերում է իրականացվում դրանց համեմատությունը նախագծային դեպրեսիոն մակերևույթի դիրքի հետ: Ներկա պայմաններում դիտարկվող խնդիրը մնում է չլուծված և պահանջում է անհրաժեշտ ուսումնասիրությունների և գործնական աշխատանքների իրականացում: Մասնավորապես աշխատանքում բերված են համեմատական օրինակներ Ազատի և Ապարանի ջրամբարների համար:

- **Ջրամբարների հնարավոր վթարների կանխատեսումներ**: ՀՀ-ում շահագործվող հատուկ նշանակության ջրամբարների համար կարևոր հիմնահարց է նաև պատվարների **շահագործման ռիսկը**, որը պայմանավորված է մասնավորապես դրանց տեղադիրքով, ներքին բիեֆում սոցիալ-տնտեսական իրավիճակով և այլն: Կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ ՀՀ ջրամբարներից **բարձր ռիսկի** մակարդակ ունեն՝ Ազատ, Ապարան, Ախուրյան, Սպանդարյան, Մարմարիկ, Տոլորս, **միջին**՝ Արփի լիճ, Մանթաշ, Կառնուտ, Զողազ, Վարդաքար, Սառնաղբյուր, Երևանյան, Հախում, Կեչուտ, Տավուշ և **ցածր**՝ Գեղի, Հեր-Հեր, Այգեձոր, Զանգազատուն, Դավիթ-Բեկ, Թավշուտ, Հալավար, Սևաբերդ

ջրամբարները: Աշխատանքում բերված են առանձին ջրամբարի փլուզման հետևանքների օրինակներ:

Եզրակացություններ և առաջարկություններ:

- Լեռնածալքավոր տարածաշրջաններում կառուցված ջրամբարների, այդ թվում ՀՀ հատուկ նշանակության, անվտանգ շահագործման խնդիրների լուծման նպատակով աշխատանքում առաջարկված է ճարտարագիտա-երկրաֆիզիկական մեթոդների համալիր, որի կիրառման և բազմամյա տվյալների վերլուծության, ընդհանրացման հիման վրա արված են հետևյալ եզրակացությունները.

➤ Ջրամբարներից տեղի ունեցող ֆիլտրացիոն պրոցեսների ուսումնասիրության համար **հաստատված է Երկրաֆիզիկական բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) կիրառման** մեթոդիկայի նոր մոտեցում՝ որոշելու ֆիլտրացիոն հոսքերի առկայությունը, դրանց տարածական բաշխվածությունն և ժամանակային քանակական փոփոխությունները:

➤ Պատվարներում **դեպրեսիոն մակերևույթի տեղադիրքի** որոշման (գնահատման) համար՝ պիեզոմետրական ստուգիչ-չափիչ սարքերի (ՍՉՍ) ոչ բավարար քանակի կամ նորերի տեղադրման նպատակով, **առաջարկված է էլեկտրահետախուզության գոնդավորման դաշտերի տարանջատման մեթոդի (ՁԴՏՄ)** կիրառումը:

➤ Ջրամբարներում իրականացված հակաֆիլտրացիոն վարագույրների ամբողջականության որոշման նպատակով օգտագործված է **Երկրաֆիզիկական լիցքավորված մարմնի մեթոդի (ԼՄՄ) կիրառման փոփոխված տարբերակ:**

➤ Ջրամբարների պատվարների ճարտարագիտա-երկրաբանական պայմանների ուսումնասիրության նպատակով կիրառված է **Երկրաֆիզիկական էլեկտրագոնդավորման կոմբինացված եռէլեկտրոդ տարբերակը:**

- Առաջարկված մեթոդական ցուցումների արդյունավետությունը հաստատված է Ագատի, Ապարանի, Կառնուտի, Արփի լճի, Տոլրսի և Տաթևի ջրամբարների տարածքներում իրականացված գիտա-կիրառական ուսումնասիրությունների արդյունքներով:

- ՀՀ հատուկ նշանակության ջրամբարների տարածքներում **ռեժիմային դիտարկումների տվյալների հիման վրա՝**

➤ Որոշված են Ագատի, Ապարանի, Կառնուտի, Արփի լճի, Սառնաղբյուրի, Սպանդարյանի, Տոլրսի և Տաթևի ջրամբարների երկրաֆիզիկական արդի պայմանները:

➤ Ապացուցված է, որ դիտարկված որոշ ջրամբարներից տեղի են ունենում զգալի քանակի **չարունակական** ֆիլտրացիոն ջրակորուստներ, հետևաբար դրանցում հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների իրականացման անհրաժեշտություն կա:

➤ Քարտեզագրված է առանձին ջրամբարների կից տարածքների ռեգիոնալ ջրամերժ ապարների ռելիեֆի կառուցվածքը, որոշված են ջրամբարներից

ֆիլտրացիոն ջրերի բեռնաթափման տեղամասերը, առանձին դեպքերում առաջարկված է դրանց օգտագործման հնարավորությունները:

➤ Պիեզոմետրական չափումների և երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների արդյունքները ցույց են տալիս, որ առանձին պատվարներում կառուցված ճակատային և կողային ցեմենտացիոն վարագույրները ջրաթափանց են, հետևաբար անհրաժեշտ է արդյունավետ հակաֆիլտրացիոն աշխատանքների իրականացում:

➤ Ուսումնասիրված ջրամբարներում ներկայումս գործող ոչ մեծ ծավալի պիեզոմետրական ցանցերը հնարավորություն չեն տալիս որոշելու (գնահատելու) դրանց դեպրեսիոն մակերևույթի արդի տեղադիրքը, որը անվտանգ շահագործման կարևորագույն ցուցանիշներից է:

– **«Հատուկ նշանակության մի շարք ջրամբարների պատվարների համար»** Գեղիի, Տոլրսի, Սպանդարյանի, Կեչուտի և Ջողազի, կատարված է կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատում:

– Նկատի ունենալով ջրամբարների անվտանգ շահագործման Միջազգային նորմատիվների դիագնոստիկական ցուցանիշների պահանջները անհրաժեշտ է դրանց որոշումները (գնահատումները) հատկապես երկրահիդրոդինամիկական բարդ պայմաններ ունեցող «Հ» ջրամբարների համար:

– Ուսումնասիրված ջրամբարների արդյունավետ շահագործման նպատակով, որպես կարևորագույն հիմնահարց, անհրաժեշտ են ջրաբալանսային հաշվարկներ, մասնավորապես որոշելու դրանցից ֆիլտրացվող և դրանց ջրատարածությունից գոլորշիացվող փաստացի ջրակորուստները, օգտագործելով խնդրի լուծման **ժամանակակից** հաշվարկային մոտեցումներ:

– **Առաջարկված է** շահագործվող առանձին ջրամբարների տարածքներում իրականացնել **երկրադինամիկական մոնիտորինգ** հետևյալ խնդիրներով՝

➤ Երկրաֆիզիկական և ճարտարագիտա-երկրաբանական մշտադիտարկումներ հիման վրա որոշել կառույցների և հիմնատակի ֆիլտրացիոն, ֆիզիկա-մեխանիկական և լարվածա-դեֆորմացիոն պայմանների ժամանակային փոփոխությունները:

➤ Ստուգողական հաշվարկների իրականացում պատվարների կայունության և սեյսմակայունության վերագնահատման նպատակով:

➤ Պատվարների նախագծման փուլում հաշվի առնել դրանց վրա ոչ միայն սահմանային ընդունելի մեկանգամյա սեյսմիկ (երկրաշարժի) ազդեցության հետևանքները, այլ նաև հնարավոր բազմամյա դինամիկական ծանրաբեռնվածությունները:

➤ Ջրամբարների անվտանգ շահագործման նպատակով անհրաժեշտ միջոցառումների թվին է պատկանում **դիսկի գործոնի** վերլուծությունը, որոշելու այն ջրամբարները, որոնց համար առաջնահերթ է համապատասխան միջոցառումների իրականացումը՝ կազմել սպասվող վթարի դիմակայման պլանը, գնահատել մարդկային զոհերի դիսկի աստիճանը, սոցիալական,

Էկոլոգիական գործոնները և տնտեսական հետևանքները, առաջնահերթ հաշվի առնելով բնակավայրերի և ունեցվածքների դիսկի գործոնը:

- Գրունտային պատվարների համար կարևոր են բնական դիտարկումների հիման վրա կառուցել կանխատեսումային մաթեմատիկական մոդելներ՝ ստատիկական, դետերմինիստական, դրանց-համատեղը որոշելու շահագործվող կառուցյի վարքի համապատասխանությունը դրանց անվտանգության դեկլարացիայի (հայտարարագրի) պահանջներին:

Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հրատարակված են հետևյալ գիտական հոդվածներում

1. Գևորգյան Ա., Մինասյան Ռ., Խոնդկարյան Վ., Անտոնյան Ա. Գեղի ջրամբարի պատվարի փլուզման հետևանքով հնարավոր ջրածածկման տարածքի կանխատեսում // ԳՊՄԻ Գիտական տեղեկագիր, Գյումրի 2014թ., N1 — էջ 177-181.
2. Գևորգյան Ա., Խոնդկարյան Վ., Ղազարյան Ա., Անտոնյան Ա. Հայաստանի և Թուրքիայի պատվարների անվտանգության մակարդակի համեմատական վերլուծություն // Հայկական Լեռնաշխարհ, Հանրապետական գիտաժողովի նյութեր (նվիրված Հայոց Մեծ Եղեռնի 100-ամյակին), ՀՊՄՀ, Երևան, 2015թ. — էջ 242-254.
3. Геворгян А., Минасян Р. Оценка сейсмостойкости плотины водохранилищ Республики Армения (на примере плотины водохранилища Спандарян) // Научные исследования и разработки молодых ученых: Материалы Международной молодежной научно-практической конференции, г. Нефтекамск: РИО ООО «Наука и образование», 2015г. — С. 5-8.
4. Գևորգյան Ա., Մինասյան Ռ. ՀՀ տարածքի խոշոր ջրամբարների պատվարների սեյսմակայունության արդի վիճակի գնահատում (Կեչուտի ջրամբարի օրինակով) // Երկրաֆիզիկայի, ինժեներային սեյսմաբանության և սեյսմակայուն շինարարության ժամանակակից խնդիրները երիտասարդ գիտնականների II միջազգային գիտաժողովի գիտական հոդվածների ժողովածու, Ծաղկածոր, ՀՀ ԳԱԱ “Գիտունիկ”, 2016թ. — էջ 21-28.
5. Գևորգյան Ա. Սյունիքի մարզի խոշոր ջրամբարների պատվարների կայունության գնահատումը // ԵՊՀ ՈՒԳԸ գիտական հոդվածների ժողովածու, ԵՊՀ, Երևան, 2016թ., Հատոր 1.1 (11) — էջ 23-27.
6. Գևորգյան Ա. Տարածքի սեյսմիկ ռեժիմի վերլուծություն և սպասվող երկրաշարժի ազդեցության գնահատում (Գեղի ջրամբարի պատվարի օրինակով) // ԵՊՀ ՈՒԳԸ գիտական հոդվածների ժողովածու, ԵՊՀ, Երևան, 2016թ., Հատոր 1.1 (11) — էջ 28-32.
7. Геворгян А., Минасян Р. Исследование сейсмостойкости и прогнозирование территорий затопления при аварии плотины водохранилища Кечут (Республика Армения) // Наука XXI века: проблемы и тенденции развития Материалы

Международной (заочной) научно-практической конференции: Издательство «Мир науки», 2016г. — С. 174-177

8. Գևորգյան Ա., Խոնդկարյան Վ. Հիդրոդինամիկական վթարների ժամանակ մարդկանց անվտանգության ապահովումը // Ճգնաժամային կտրապարում և տեխնոլոգիաներ գիտական և գիտամեթոդական հոդվածների ժողովածու, ՃԿՊԱ, Երևան, 2017թ., N12 — Էջ 58-61.

9. Геворгян А. Проблемы надежности эксплуатации гидротехнических сооружений (на примере плотин Республики Армения) // Достижения и перспективы современной науки: Материалы Международной научно-практической конференции, г. Астана: Баспасы «Академия», Научно-издательский центр «Мир науки», 2017г. — С. 302-307

10. Геворгян А., Минасян Р. Исследование сейсмостойкости грунтовых плотин от действия многократных сейсмических воздействий, сооруженных в горно-складчатых регионах // WORLD SCIENCE № 9(49), September 2019, Vol.1 — С. 23–27. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092019/6698

11. Геворгян А., Минасян Р., Хондкрян В. Методика и результаты режимных геофизических наблюдений в связи с исследованиями гидрогеодинамических условий водохранилищ, сооружаемых в горно-складчатых областях // Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии, г.Владикавказ, 2019г. — С. 640–645.

12. Хондкрян В., Геворгян А. Проблемы оценки состояния и обеспечения безопасности грунтовых плотин с использованием геофизических методов // Кризисное управление и технологии, 2021г. 1(18) — С. 58-61.

ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ
ВОДОХРАНИЛИЩ ГОРНО-СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ НА ОСНОВАНИИ
ПРИМЕНЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

РЕЗЮМЕ

Высокий уровень ответственности гидротехнических сооружений, в частности водохранилищ, требует необходимость обеспечения технической, экономической, экологической и социальной безопасности на всех стадиях их эксплуатации. Это относится и водохранилищам особого назначения Республики Армения, сооруженных в сложных горно-складчатых областях. В представленной работе на основании научно-исследовательских и прикладных инженерно-геофизических работ рассмотрены вопросы геогидродинамического характера, относящиеся к безопасной эксплуатации водохранилищ РА. В числе возникших задач относятся нарушения фильтрационной прочности в зонах их сопряжения с противофильтрационными элементами и в близбортовых примыканиях, наблюдаются значительные, неравномерные деформации сооружения, основания и бортов, скальные основания размягчаются и увеличивается их водопроницаемость, в песчаных грунтах изменяются показатели сопротивления сдвигу и деформаций, появляются участки повышенной трещиноватости.

В работе решены следующие основные задачи:

– Подтверждена обоснованность нового подхода методики применения геофизического метода естественного электрического поля для определения наличия и пространственного изменения фильтрационных процессов на водохранилищах.

– В связи с установлением (оценкой) положения депрессионной поверхности в теле плотин при малочисленности или выхода из строя пьезометрических скважин рекомендовано применение электрометрического метода зондирования вычитания полей (ЗМВП).

– Для определения целостности сооруженных противофильтрационных завес водохранилищ использован измененный вариант метода заряженного тела (МЗТ).

– Учитывая то обстоятельство, что плотины водохранилищ горно-складчатых областей часто имеют ограниченные длины (первые сотые метры), что приводит к сокращению числа точек широко используемого симметричного электродзондирования (ВЭЗ), рекомендуется применение метода электродзондирования 3-х электродной комбинированной установкой $AMN + MNB C \rightarrow \infty$.

– Эффективность применения предложенных методических рекомендаций подтверждена результатами практических исследований, выполненных на

водохранилищах Азат, Апаран, Карнут, Арпи лич, Сарнахпюр, Спандарян, Толорс и Татев.

– На основании анализа, переинтерпретации и обобщения материалов изыскательских, режимных инженерно-геофизических исследований, выполненных на водохранилищах особого назначения РА, получены следующие результаты:

- Изучены современные фильтрационные условия эксплуатируемых водохранилищ Азат, Апаран, Карнут, Арпилич и Сарнахпюр. В частности, по результатам комплексных исследований на Азатском водохранилище установлено поступление фильтрационных вод под железобетонный лоток водосброса, что со временем может привести к негативным последствиям. Следовательно, здесь требуется выполнение соответствующих противофильтрационных мер.

Значительные фильтрационные потери установлены из водохранилищ Апаран, Карнут и Сарнахпюр. Аналогичные геогидродинамические условия имеют водохранилища Мармарик, Манташ, Гер-Гер, Халавар.

- Для пространственного прослеживания фильтрационных вод исследованных водохранилищ картирован рельеф региональных водоупорных пород прилегающих территорий, установлены участки их разгрузок.

- На отдельных пьезометрических профилях исследованных водохранилищ (в частности Азат, Апаран, Мармарик) установлены, что фактическая их депрессионная поверхность расположена выше, чем проектная. Это не желательный диагностический показатель и требуются выполнение соответствующих мер.

- Данные пьезометрических наблюдений и инженерно-геофизических исследований показывают, что фронтальные и бортовые цементационные завесы водохранилищ Азат, Апаран, Карнут, Сарнахпюр водопроницаемы и требуется выполнение дополнительных противофильтрационных мероприятий.

- Для плотин водохранилищ особого назначения: Гехи, Толорс, Спандарян, Кечут и Джохаз выполнена переоценка их устойчивости и сейсмостойчивости.

- Учитывая требования Международных нормативов к диагностическим показателям водохранилищ необходимо их определение, в особенности для тех, которые в настоящее время имеют сложные геогидродинамические условия.

- Среди мер по обеспечению безопасности плотин РА важным является также анализ факторов риска, что сводится к составлению очередности мер по повышению их безопасности.

- Предлагается выполнение геодинамического мониторинга с использованием инженерно-геологических, гидрогеологических и геофизических методов.

- На основании данных геодезических, инженерно-геологических, пьезометрических и инженерно-геофизических натуральных наблюдений предлагается составление прогнозных математических моделей в связи с безопасной эксплуатацией водохранилищ РА.

**STUDIES OF THE GEOHYDRODYNAMIC CONDITIONS OF OPERATING
RESERVOIRS IN MOUNTAIN-FOLDED AREAS ON THE BASIS OF THE APPLICATION
OF ENGINEERING GEOPHYSICAL METHODS**

SUMMARY

The high level of responsibility of hydrotechnical structures, in particular reservoirs, requires the need to ensure technical, economic, environmental and social safety at all stages of their exploitation. This also applies to special-purpose reservoirs of the Republic of Armenia built in complex mountain-folded areas. In the presented work, on the basis of scientific research and applied engineering-geophysical works have been considered geohydrodynamic issues related to the safe operation of the studied reservoirs of the Republic of Armenia. Among the tasks that have arisen during the operation of earth dams in the Republic of Armenia are violations of the filtration strength in the areas of their interface with anti-filtration elements and in near-side junctions, due to significant, uneven deformations of the structure, base and sides, rocky foundations soften and their water conductivity increases, resistance indicators change in sandy soils shear and deformation, areas of increased fracturing appear.

In this regard, the following main tasks were solved in this work:

- The validity of the application of a new approach to the geophysical method of natural electric field to determine the presence and spatial change of filtration processes in reservoirs is confirmed.
- In connection with the establishment (assessment) of the position of the depression surface in the body of dams with a small number or failure of piezometric wells, it is recommended to use the electrometric method of sounding the subtraction of fields.
- To determine the integrity of the constructed anti-filtration curtains of reservoirs, a modified version of the geophysical method of a charged body was used.
- Taking into account the fact that the dams of reservoirs in mountain-folded areas often have limited lengths (a few hundredths of meters), which leads to a reduction in the number of points of widely used symmetrical electrical sounding, recommended the method of electrical sounding with installation is a 3-electrode combined setting $AMN + MNB C \rightarrow \infty$.
- The effectiveness of using the proposed methodological recommendations is confirmed by the data of practical studies carried out on the reservoirs Azat, Aparan, Karnut, Arpi Lich, Sarnaghbyur, Tolors and Tatev.
- Based on the analysis, reinterpretation and generalization of the materials of engineering-exploration, regime engineering-geophysical studies carried out on special-purpose reservoirs of the Republic of Armenia, the following results were obtained:

- The current filtration conditions of the operated reservoirs Azat, Aparan, Karnut, Arpilich and Sarnakhbyur were studied. In particular, according to the results of comprehensive studies at the Azat reservoir, the inflow of seepage water under the reinforced concrete spillway channel was established, which over time can lead to negative consequences. Therefore, it requires the implementation of appropriate anti-filtration measures.

Significant seepage losses have been established from the Azat, Aparan, Karnut and Sarnaghbyur reservoirs. The Marmarik, Mantash, Ger-Ger, and Khalavar reservoirs have similar geohydrodynamic conditions.

- For spatial tracking of filtration waters of the studied reservoirs, the relief of regional impermeable rocks of the adjacent territories was mapped, and the areas of their discharges were identified.

- On the individual piezometric profiles of the studied reservoirs (in particular Azat, Aparan, Marmarik), it was established that their actual depression surface is located higher than the design one. This is not a desirable diagnostic indicator and appropriate measures are required.

- The data of piezometric observations and engineering-geophysical studies show that the frontal and side cementitious curtains of the Azat, Aparan, Karnut, Sarnaghbyur reservoirs are permeable and appropriate anti-filtration work is required.

- For the dams of special purpose reservoirs: Gekhi, Tolors, Spandaryan, Kechut and Jokhaz, their stability and seismic stability were re-evaluated.

- Taking into account the requirements of the International Standards for the diagnostic indicators of reservoirs, it is necessary to determine (evaluate) them, especially for those that currently have difficult geohydrodynamic conditions.

- Among the measures to ensure the safety of dams in the Republic of Armenia, the analysis of risk factors is also important, which boils down to drawing up a sequence of measures to improve their safety.

- In this regard, it is proposed to perform geodynamic monitoring using engineering-geological, hydrogeological and geophysical methods.

- Based on the data of geodetic, engineering-geological, piezometric and engineering-geophysical field observations, it is proposed to compile predictive mathematical models in connection with the safe operation of reservoirs in the Republic of Armenia.