

**ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԳՐԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ**

ԴԱՎԵՅԱՆ ՍԵՎԱԿ ՀՐԱՉԻԿԻ

**ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՈՒՄԸ ԱԷՐԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ
ԳՈՏԻՆԵՐՈՒՄ ՈՒՂՂԱԶԻԳ ԴՐԵՆԱԺԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՖՈՆԻ ՎՐԱ**

Ջ.01.01 - «Ընդհանուր երկրագործություն, հողագիտություն, ագրոքիմիա»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
աստիճանի հայցման

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

գիտական ղեկավար, տեխնիկական
գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր՝

Ս. Մ. Ղազարյան

ԵՐԵՎԱՆ 2015

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ	4
Աշխատանքի արդիականությունը.....	4
Հետազոտման նպատակը, խնդիրները և մեթոդները.....	5
Հետազոտման օբյեկտը և առարկան.....	5
Հետազոտման գիտական նորույթը.....	5
Հետազոտության գործնական նշանակությունը.....	6
Հրատարակված գիտական աշխատանքները.....	6
Աշխատանքի կազմը և ծավալը.....	6
ԳԼՈՒԽ 1. ՀՈՂԱԳՐՈՒՆՏՆԵՐՈՒՄ ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ ՈՒՂԱՋԻԳ ԴՐԵՆԱԺԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՖՈՆԻ ՎՐԱ	7
1.1 Հողագրունտներում ջրափոխանակության վերաբերյալ առկա գրականության համառոտ ակնարկ.....	7
1.1.1 Ոռոգելի զանգվածը որպես էկոլոգիական և հասարակական-արտադրական համակարգերի բաղադրիչ.....	7
1.1.2 Ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման նմանակման դինամիկ մոդելի բլոկ-սխեման ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա.....	10
1.1.3 Ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա ջրափոխանակման խնդիրների գրական ակնարկ.....	12
1.2 Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պայմանները և ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր բնութագիրը.....	20
1.3 Գրունտային ջրերի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները և նրանց ձևափոխությունները տարբեր ռեժիմներով ջրհանման դեպքում.....	27
1.4 Ամփոփում.....	31
ԳԼՈՒԽ 2. ՋՐԱԻՋԵՑՄԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐԸ ԿԱԽՎԱԾ ՈՒՂԱՋԻԳ ԴՐԵՆԱԺՈՎ ՋՐՀԱՆՄԱՆ ՈՒՇԻՄՆԵՐԻՑ	33
2.1 Ջրաիջեցման հաշվարկները ճնշումային երկու ջրատար հորիզոններից միաժամանակ ջրհանման պայմաններում.....	33
2.2 Ջրաիջեցման հաշվարկները ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնից ջրհանման պայմաններում.....	44
2.3 Ջրաիջեցման հաշվարկները վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնից ջրհանման պայմաններում.....	52
2.4 Ամփոփում.....	57

ԳԼՈՒԽ 3. ՈՌՈԳԵԼԻ ՀՈՂԵՐՈՒՄ ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ԽՆԴՐԻ ԴՐՎԱԾՔԸ ԵՎ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ.....	59
3.1 Ջրափոխանակման եզրային խնդիրը աերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում.....	59
3.2 Ջրափոխանակման եզրային խնդրի լուծման բլոկ-սխեման և հաշվարկման ալգորիթմը ընդհանուր տեսքով.....	68
3.3 Կազմված WAT EXCH ծրագրի կառուցվածքը և ընդհանուր նկարագրությունը.....	72
3.4 Ամփոփում.....	77
ԳԼՈՒԽ 4. ԱԷՐԱՑԻԱՅԻ ԳՈՏՈՒՄ ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԹՎԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐՈՎ.....	78
4.1 Ինֆիլտրացիոն մոդուլի գնահատման ելակետային տվյալները.....	78
4.2 Բլոկ-սխեմայով և ալգորիթմական ծրագրով ինֆիլտրացիոն մոդուլի իտերացիոն հաշվարկը.....	86
4.3 Ինֆիլտրացիոն մոդուլի թվային լուծման հաշվարկային տվյալները և արդյունքների ներկայացումը էմպիրիկ բանաձևերով.....	89
4.4 Վերին ջրատար շերտի ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևերի լուսաբանումը թվային լուծումներով աերացիայի գոտում ջրափոխանակության ազդեցության կիրառմամբ.....	96
4.5 Ամփոփում.....	104
ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵՋՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....	105
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ.....	108
ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ.....	117

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Ոռոգելի հողատարածությունների մեխորատիվ վիճակը անմիջական ազդեցություն է թողնում գյուղատնտեսական մշակաբույսերի աճի և զարգացման վրա: Այդ նկատառումներից ելնելով՝ անհրաժեշտ է դիտարկել հողում ջրափոխանակման խնդիրը և տալ այնպիսի լուծումներ, որոնք կնպաստեն մշակաբույսերից առավելագույն բերքի ստացմանը, ինչը գյուղատնտեսության զարգացման հիմնական գրավականն է:

Մեխորատիվ գիտության մեջ մշտապես կարևոր են եղել հողերի աղակալման, գերխոնավացման և ճահճացման դեմ պայքարի հիմնահարցերը, որոնք արդիական են նաև մեր օրերում քանի որ աշխարհի ոռոգելի հողերի ավելի քան 1/3-ը գտնվում է աղակալման կամ գերխոնավացման վտանգի առաջ: Այս խնդիրների լուծման համար տարբեր ժամանակներում մշակվել և կիրառվել են բազմաթիվ մեթոդներ, որոնք նպաստել են ոռոգելի հողատարածությունների աղաջրային ռեժիմների կարգավորմանը՝ ընդգրկելով ֆիլտրացիայի տեսությունը և շատ այլ բնագավառներ:

Աղակալված և գերխոնավացած հողերը մեր հանրապետությունում տարածված են հիմնականում Արարատյան հարթավայրում՝ ընդգրկելով ամբողջ հարթավայրի գրեթե կեսը: Այստեղ հողերի աղակալման և գերխոնավացման հիմնական պատճառը գրունտային ջրերի բարձր մակարդակն է: Գրունտային ջրերի բարձր մակարդակը պայմանավորված է ինչպես ոռոգման ռեժիմների խախտմամբ, երբ ավելցուկային ջրերը ինֆիլտրվում և հասնում են գրունտային ջրերի հորիզոն, այնպես էլ ստորերկրյա ճնշումային ջրատար շերտերից ջրերի վերհոսքով: Արարատյան արտեզյան ավազանում այդ ճնշումային ջրատար շերտերը երկուսն են՝ ներքին և վերին, որոնցից վերև տեղադրված է գրունտային ջրերի գոտին, իսկ գրունտային ջրերի հորիզոնից մինչև հողի մակերևույթ աերացիայի գոտին է:

Վերը ասվածից կարելի է եզրակացնել, որ գրունտային ջրերի կարգավորման համար անհրաժեշտ է չխախտել մշակաբույսերի ոռոգման ռեժիմները, ինչպես նաև պետք է կարգավորել և արդյունավետ օգտագործել ստորերկրյա ճնշումային ջրերը:

Ատենախոսությունում դիտարկվում է աերացիայի գոտում ջրափոխանակման եզրային խնդիրը ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքով՝ հաշվի առնելով մակերեսային ջրերի

ինֆիլտրացիան: Միաժամանակ քննարկվում է գրունտային ջրերի մակարդակի փոփոխման խնդիրը՝ կախված աերացիայի գոտում ջրափոխանակման գործընթացից:

Նշված խնդիրները առավելապես արդիական են Արարատյան հարթավայրի համար, որոնց լուծումը հնարավորություն կտա կարգավորելու գրունտային ջրերի ռեժիմները հողերի աղակալման, գերխոնավացման և ճահճացման գործընթացները կանխելու նկատառումներով:

Հետազոտման նպատակը, խնդիրները և մեթոդները: Հետազոտման նպատակը ոռոգելի հողատարածություններում ջրափոխանակման խնդրի ուսումնասիրությունն է և դրա լուծումը հաշվի առնելով մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան, ինչպես նաև գրունտային ջրերի մակարդակի փոփոխման գնահատումը՝ կախված ջրափոխանակումից: Ատենախոսական աշխատանքում դիտարկվել են հետևյալ խնդիրները.

- Ինֆիլտրվող ջրերի թափանցումը աերացիայի գոտի: Այստեղ դիտարկվել է ջրափոխանակման գործընթացի մաթեմատիկական արտահայտությունը դիֆերենցիալ հավասարման տեսքով, նրա եզրային պայմանների սահմանումը և ինտեգրումը, արդյունքների ներկայացումը էմպիրիկ բանաձևերով:
- Գրունտային ջրերի հորիզոնի փոփոխումը՝ կախված աերացիայի գոտում ջրափոխանակման գործընթացից: Այդ գործընթացը ներկայացված է դիֆերենցիալ հավասարումների տեսքով իր սահմանային պայմաններով: Դիֆերենցիալ հավասարումների լուծումը և արդյունքները գնահատված են ֆիլտրացիոն միջավայրից ջրհանման ռեժիմներից կախված:

Հետազոտման օբյեկտը և առարկան: Հետազոտման օբյեկտ հանդիսանում է Արարատյան հարթավայրը, որտեղ գրունտային ջրերի մակարդակը բավականին բարձր է: Այստեղ գրունտային ջրերը, ստորերկրյա ճնշումային շերտերի ջրերի և մակերեսային ջրերի հետ գտնվում են հիդրավլիկական կապի մեջ համապատասխանաբար ճնշումային ջրերի վերհոսքով և ինֆիլտրացիայով:

Հետազոտման գիտական նորույթը: Հետազոտության գիտական նորույթը համարվում է.

- Աերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ջրափոխանակման եզրային խնդրի լուծումը բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրում տեղադրված ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա,

- Ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի որոշումը կախված ստորերկրյա ջրերի ջրհանման ռեժիմներից, որոնք ընդհանուր առմամբ ներկայացված են հատուկ բլոկ-սխեմայով և լուծման ալգորիթմական ծրագրով,
- Ջրաիջեցումից կախված ինֆիլտրացիոն մոդուլի որոշման համար նոր էմպիրիկ բանաձևերի ստացումը կախված մակերեսային և ստորերկրյա ջրերի սնումից:

Հետազոտության գործնական նշանակությունը: Ատենախոսական աշխատանքում կատարվել է ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման խնդրի դիտարկում և առաջարկվել է այդ խնդրի մաթեմատիկական լուծումներ, որոնք հնարավորություն են տալիս՝

- Կատարել ատերացիայի գոտում ջրափոխանակման խնդրի հաշվարկը և որոշել մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի մեծությունը և նրա ազդեցությունը գրունտային ջրերի մակարդակի վրա,
- Տարբեր հիդրոտերկրաբանական պայմանների դեպքում տրված ելակետային տվյալների համար որոշել գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումները՝ կախված ատերացիայի գոտում ջրափոխանակման մեծությունից և ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմներից:

Հրատարակված գիտական աշխատանքները: Կատարված աշխատանքների մասին գիտական զեկուցումներ են ներկայացվել ՀԱԱՀ միջազգային կոնֆերանսների շրջանակներում Հիդրոմելիորացիայի, հողաշինարարության և հողային կադաստրի ֆակուլտետում կազմակերպված գիտաժողովներում: Ատենախոսական թեմայի շրջանակներում հրատարակվել է 6 գիտական հոդված:

Աշխատանքի կազմը և ծավալը: Ատենախոսական աշխատանքը շարադրված է 150 էջերի վրա ներառյալ հավելվածները: Այն բաղկացած է աշխատանքի ընդհանուր բնութագրից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից և առաջարկություններից, գրականության ցանկից և հավելվածներից: Նյութը ներկայացված է 22 աղյուսակներով և 18 նկարներով: Գրականության ցանկում բերված են 117 աղբյուր:

**ԳԼՈՒԽ 1. ՀՈՂԱԳՐՈՒՆՏՆԵՐՈՒՄ ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ
ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ ՈՒՂԱՁԻԳ ԴՐԵՆԱԺԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ
ՖՈՆԻ ՎՐԱ**

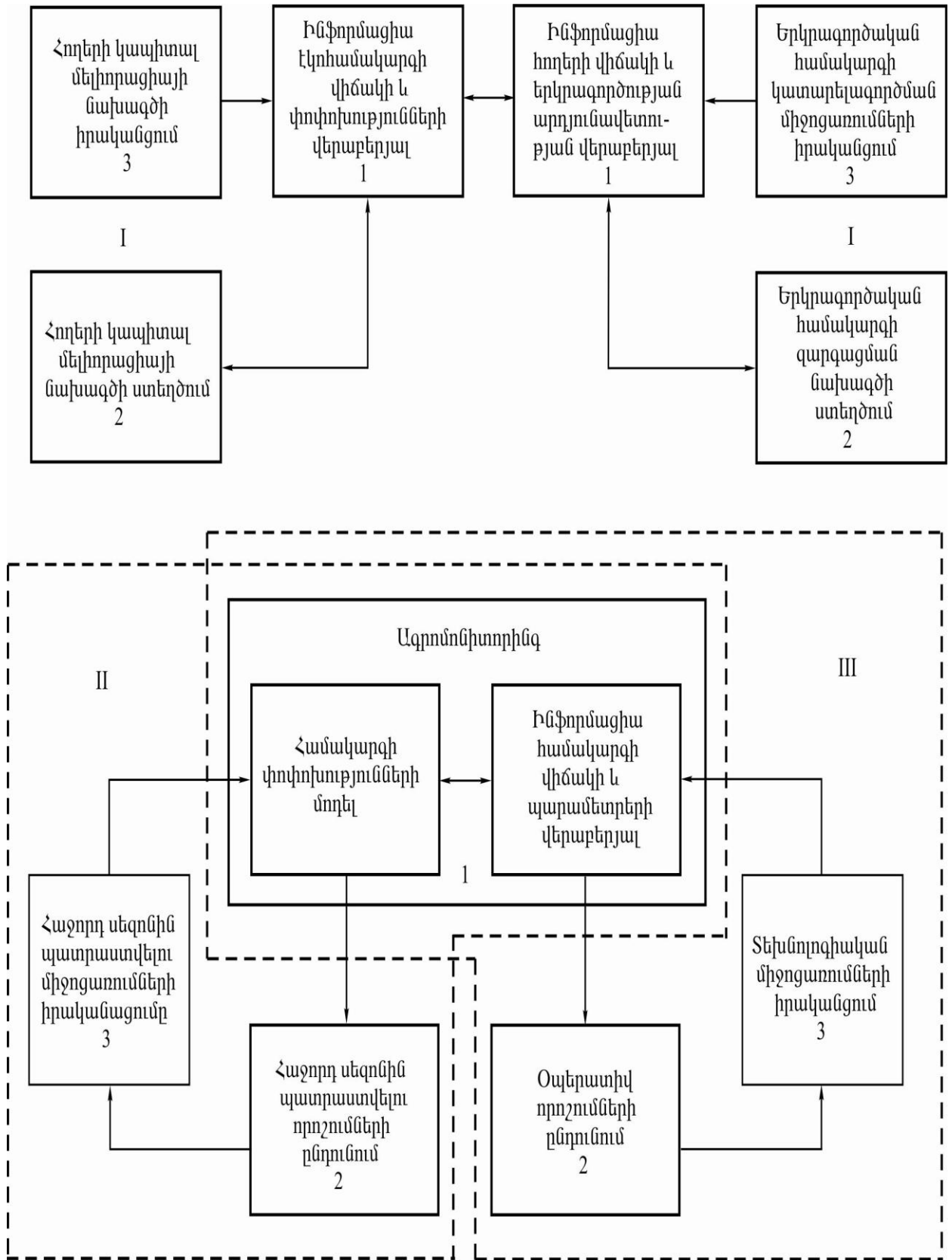
**1.1 Հողագրունտներում ջրափոխանակության վերաբերյալ առկա
գրականության համառոտ ակնարկ**

**1.1.1 Ոռոգելի զանգվածը որպես էկոլոգիական և հասարակական-արտադրական
համակարգերի բաղադրիչ**

Խոշոր գետերի և լճերի ջրավազանները բարդ բնական համակարգեր են, որոնք կազմված են միմյանց հետ փոխկապակցված ենթահամակարգերից՝ հողի մակերևույթը, գետային և լճային ցանցերը, ստորերկրյա և գրունտային ջրերը, բուսածածկը, կենդանական աշխարհը և այլն: Նշված ենթահամակարգերից յուրաքանչյուրն իր հերթին բաժանվում է առանձին ենթահամակարգերի և շարունակելով այդ բաժանումը՝ կարելի է համակարգում ներառել բոլոր բաղադրիչները: Օրինակ՝ խոշոր գետերի ջրհավաքը կազմված է իր առանձին վտակների ջրավազաններից, ստորերկրյա ջրերի գոտին կազմված է առանձին ջրատար շերտերից և այլն: Սակայն համակարգի ընդհանուր վերլուծման ընթացքում նրա մեջ ներառվում են առանձին ենթահամակարգերի միայն սահմանափակ բաղադրիչներ, որոնք որոշված են տվյալ ենթահամակարգի սահմաններում: Մնացած բաղադրիչները նշվում են ինչ-որ ազդեցությունների ձևով, որոնք հանդես են գալիս որպես եզրային պայմաններ կամ սահմանափակումներ [19,30]:

Ներկայումս ջրային ռեսուրսների օգտագործումը արդյունաբերության, էներգետիկայի և գյուղատնտեսության մեջ զգալի չափով բարդացնում է բնական համակարգի աշխատանքը, քանի որ ավելանում են մի շարք ենթահամակարգեր: Անհրաժեշտություն է առաջանում պահպանել էկոհամակարգի կայունությունը, միաժամանակ հասարակության սոցիալական և արտադրական կարիքների բավարարման համար վերցնել անհրաժեշտ քանակությամբ ջուր: Համեմատաբար ինքնուրույն տարրերի գոյությունը բնական համակարգերում պայմանավորված է համակարգային սկզբունքներով:

Բնության և բնական համակարգերի բոլոր ժամանակների մեծագույն հետազոտողներ են համարվում Չ. Դարվինը և Վ.Վ Դոկուչակը:



Նկ.1.1 Ագրոէկոհամակարգում ընթացող գործընթացների կառավարման բրկ-սխեման

Բնական համակարգերի ուսումնասիրման ժամանակակից մեթոդը մաթեմատիկական մոդելավորումն է և տեղեկատվական բազան: Ագրոէկոհամակարգերում մնանատիպ հարցերի ուսումնասիրություններ կատարվել են [35,36] աշխատանքներում: Նկ. 1.1-ում բերված են ագրոէկոհամակարգերում ընթացող գործընթացների կառավարման բոլոր սխեմաները նախագծային, հաջորդ սեզոնի տեխնոլոգիական պատրաստվածության և օպերատիվ մակարդակների համար:

Ոռոգելի զանգվածների ուսումնասիրությունները պետք է ընդգրկեն հետևյալ խնդիրները.

1. Ջրատար շերտերից ջրհանման ազդեցությունը էկոհամակարգի ջրային հաշվեկշռի վրա:
2. Ջրային հաշվեկշռի փոփոխության ազդեցությունը արդյունաբերության, ձկնային տնտեսության, կենդանական աշխարհի, չռոգվող հողատարածքների և անտառների ջրային ռեժիմների վրա:
3. Ոռոգելի զանգվածի վրա ջրհորների օպտիմալ դասավորվածության ազդեցությունը:
4. Ոռոգման օպտիմալ ռեժիմը և ջրհորներից ջրհանումը:

Նշված խնդիրներից այս աշխատանքում քննարկվում է 4-րդը: Այդ նպատակով կիրառվել են մաթեմատիկական մեթոդներ գրունտային ջրերի ռեժիմի փոփոխման գնահատման համար կախված ոռոգման ռեժիմից և ջրամատակարարումից:

Ոռոգման ցանկացած համակարգ կարող է փոփոխություններ առաջացնել տվյալ շրջանի ջրային հաշվեկշռում՝ կապված գոլորշիացման մեծացման հետ: Էվապոտրանսպիրացիան վեգետացիոն շրջանում գրեթե հավասարվում է ջրի մակերեսից գոլորշիացմանը [19]:

Ռիդլաճիգ դրենաժներով ոռոգման առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ գերխոնավ հողերում և ճահիճներում իջնում է գրունտային ջրերի մակարդակը: Ճահիճների չորացումը և յուրացումը նպաստում է հողի մակերեսից ջրի գոլորշիացման նվազեցմանը միջվեգետացիոն շրջանում [88]:

Գրունտային ջրերի իջեցմամբ պայմանավորված հողի աղային ռեժիմը նույնպես փոփոխվում է, որը ազդում է նաև ջրային հաշվեկշռի վրա: Ջրային հաշվեկշռի ամեն մի փոփոխություն իր հերթին ազդում է բնական էկոհամակարգի և հասարակական արտադրության վրա: Գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումը իր ազդեցությունն է

թողնում գետերի և լճերի սնման, ձկնալին տնտեսության, ջրային տրանսպորտի, կենդանական աշխարհի վրա, ինչպես նաև կարող է պակասել ջրապահովվածությունը այն հողերում, որտեղ գրունտային ջրերի հորզոնը գտնվում է հողի մակերեսից 1-1,5մ ներքև:

Ելնելով այս ամենից՝ անհրաժեշտ է հողատարածքների մելիորատիվ խնդիրների և ուղղաձիգ դրենաժներով ոռոգման հարցերի լուծման համար զարգացնել համակարգային վերլուծության մեթոդները:

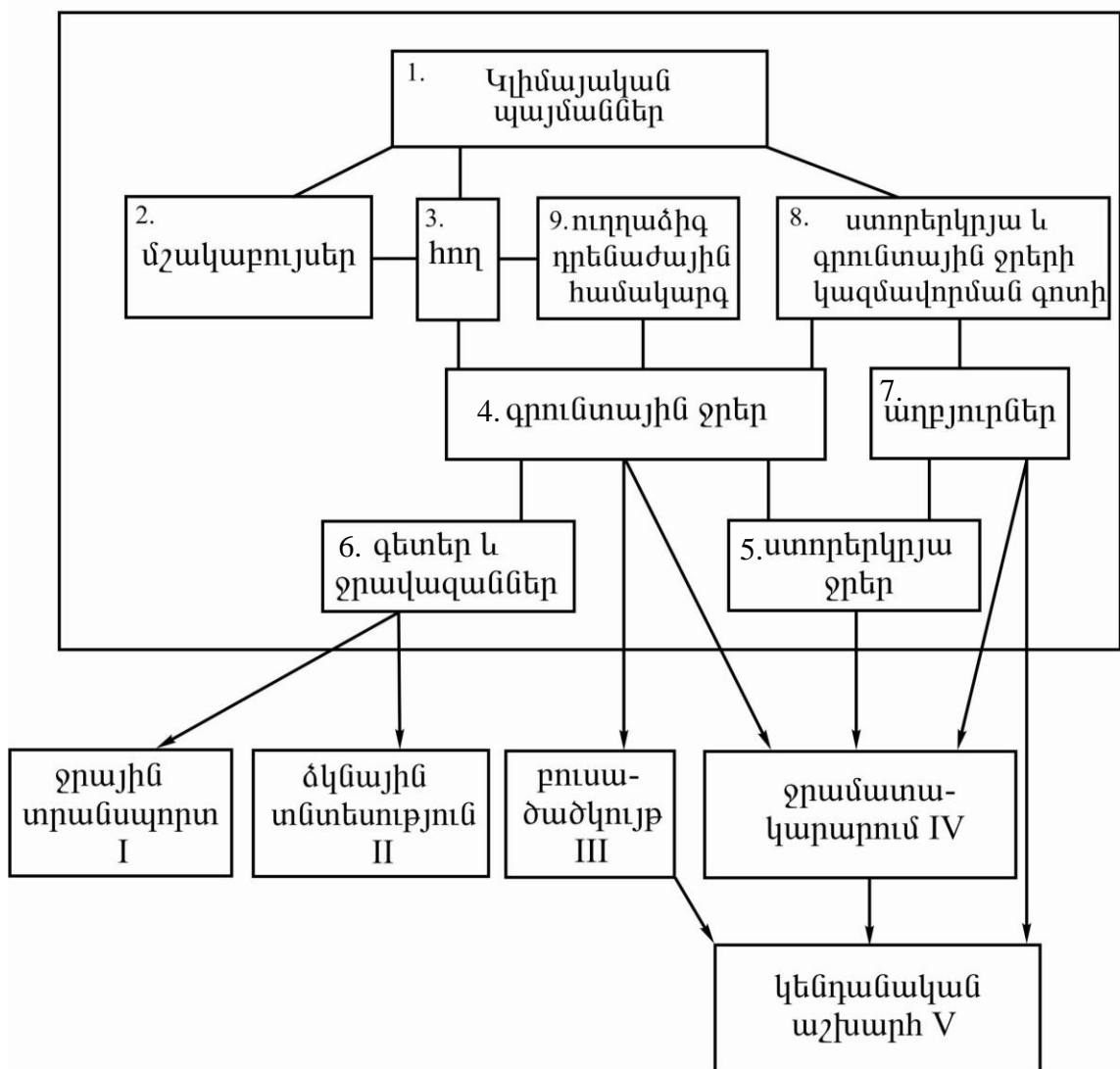
1.1.2 Ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման նմանակման դինամիկ մոդելի բլոկ-սխեման ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա

Ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման բլոկ-սխեման բաղկացած է երկու հիմնական հատվածներից (նկ.1.2): Առաջին մասը պատկերում է հողում ջրափոխանակման դինամիկ մոդելը ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա, իսկ երկրորդ հատվածը ցույց է տալիս ջրափոխանակման ազդեցությունը շրջակա միջավայրի և հասարակական-արտադրական համակարգի վրա: Բլոկ-սխեմայում երկրորդ հատվածի ներառումը թույլ է տալիս ամբողջ էկոհամակարգի համար վերլուծել և գնահատել իրականացված միջոցառումների հետևանքները:

Այս աշխատանքում ուսումնասիրվում են միայն այն բաղադրիչները, որոնք համակարգում ներկայացված են 1,2,3,4,5,7 և 9 համարներով: Առաջին մասի մնացած երկու բաղադրիչների (6 և 8) ազդեցությունները ներկայացվել են եզրային պայմանների տեսքով: Երկրորդ հատվածի I,II,III,IV և V մասերը այս աշխատանքում չեն քննարկվում՝ բացառությամբ ընդհանուր այն մոտեցումների, որոնք կապված են ջրափոխանակման հետ: Ներկայացված բլոկ-սխեման պատկերում է հետազոտվող համակարգի ընդհանուր կառուցվածքը: Մոդելում առանձին բլոկների նկարագրման համար առկա են երկու մոտեցումներ: Համակարգի այն բլոկների համար, որոնց վրա կառավարման ընթացքում անմիջական ազդեցություն կա, կիրառվում է մաթեմատիկական նկարագրությունը: Դա հնարավորություն է տալիս ձևափոխել հետազոտվող տարրերի պարամետրերը և գտնել այն արժեքները, որոնք բավարարում են կառավարման պահանջներին: Ոռոգման և չորացման մելիորատիվ համակարգերի կիրառման դեպքում այդպիսի տարրեր են համարվում՝ ստորերկրյա և գրունտային ջրերը, բույսերի արմատային համակարգը և այլն: Բլոկ-

սխեմայում դրանք նշված են 3,4,5,6,7 և 9 համարներով: Համակարգի մյուս բլոկների համար, որոնք անմիջապես չեն օգտագործվում կառավարման գործընթացում, մաթեմատիկական նկարագրությունը կատարվում է ընդհանուր ցուցանիշների կամ էմպիրիկ կախվածությունների միջոցով կոնկրետ պայմանների համար: Դրանք նշված են 1 և 2 համարներով:

Գոյություն ունեն գյուղատնտեսական դաշտերում էներգափոխանակման և զանգվածափոխանակման նկարագրման առավել ընդհանուր մոդելներ, որոնցում առկա են բոլոր բլոկները [35,36,63,64,68]: Նմանատիպ մոդելներով հնարավոր է լուծել առաջադրված նույն խնդիրները, ինչ կիսաէմպիրիկ մոդելների դեպքում, միայն այն տարբերությամբ, որ պահանջվում են ավելի շատ պարամետրերի նույնականացում:



Նկ.1.2. Ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման նմանակման դինամիկ մոդելի բլոկ-սխեման ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա

1.1.3 Ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա ջրափոխանակման խնդիրների գրական ակնարկ

Գրունտային ջրերի շարժման վերաբերյալ տարբեր ժամանակներում մի շարք հեղինակների կողմից կատարվել են բազմաթիվ ուսումնասիրություններ, որոնք վերաբերում են համասեռ և անհամասեռ գրունտներին, միաշերտ և բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրերին: Հողում գրունտային ջրերի մակարդակի տատանումների գնահատման և ջրաիջեցման խնդիրների լուծման գործում մեծ կարևորություն ունի ջրափոխանակման ուսումնասիրությունը:

Ինչպես նշում է Ա.Ա. Ռոդեն [59], հողում ջրափոխանակման խնդրով առաջին անգամ զբաղվել է Լ.Ա Ռիչարդսը: Շարունակելով Ռիչարդսի ուսումնասիրությունները՝ Ա.Ա.Կլյուտը ակերացիայի գոտու ջրափոխանակման միաչափ խնդրի դեպքում առաջարկում է հետևյալ բանաձևը [101].

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial H}{\partial z} \right) + \varepsilon = c \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (1.1)$$

որտեղ՝

$$c = - \frac{\partial \theta}{\partial \Psi}, \quad (1.2)$$

θ -ն հողի ծավալային խոնավությունն է, Ψ -ն կապիլյար պոտենցիալի ֆունկցիան է, ε -ը հողում ջրի ինտենսիվությունն է, K -ն ֆիլտրացիայի գործակիցը:

Ջրափոխանակման խնդիրների ուսումնասիրությունները հետագայում իրականացվել են հիմնականում ուղղաձիգ դրենաժների աշխատանքի միջոցով: Ուղղաձիգ դրենաժներով գրունտային ջրերի ուսումնասիրությամբ զբաղվել են Ս.Կ. Աբրամովը, Ա.Յ. Օլեյնիկը, Ս.Ֆ. Ավերյանովը, Վ.Մ. Շեստակովը, Ֆ.Մ. Բոչեվերը, Ի.Ա. Չարնին, Ս.Մ. Ղազարյանը, Ն.Մ. Բեշտեկինան [57,58], Վ.Ս. Ռիսենկոն, Վ.Ն. Շելկաչևը, Վ.Ս. Սարգսյանը [61], Ն.Լ. Մելիքյանը [5,103,104,105], Է.Հ. Խաչատրյանը [75,76], Յ.Լ.Ջավադյանը [17], Գ.Ա. Ալոյանը [1] և ուրիշներ:

Ֆ.Մ. Բոչևերի [12,59] աշխատանքներում քննարկվում է ֆիլտրացիան երկշերտ ճնշումային ջրատար գոտիներում, երբ ջրհանումը կատարվում է այդ շերտերից առանձին-առանձին: Ջրաերկրաբանական հաշվարկների ժամանակակից տեսական հիմունքներ է առաջադրել Վ.Ս. Շեստակովը [84,85,86,87]: Նրա կողմից դիտարկվել են բազմաշերտ

Ֆիլտրացիոն միջավայրում տեղադրված կատարյալ և ոչ կատարյալ ջրհորներով ջրհանման խնդիրները, հաշվի առնելով ջրհորի ներսում առաջացած հիդրավիկական դիմադրությունները: Հաշվարկներում հաշվի չի առնվում ինֆիլտրացիոն սնումը և ընդունվում է, որ ջրատար շերտերը ունեն հավասար ճնշումներ: Շեստակովը մեծ ուշադրություն է դարձրել ստորերկրյա ջրերի մաթեմատիկական մոդելավորմանը: Գրունտային ջրերի հոսքը դեպի կատարյալ և ոչ կատարյալ ջրհորներ, երբ դրանք գտնվում են համասեռ կամ անհամասեռ գրունտներում, ուսումնասիրվել են Ի.Ա. Չարնու [80,81,82,83] կողմից, որտեղ հիմնական հաշվարկային բանաձևերը հիմնված են Դյուայուի բանաձևի վրա: Ծնշումային և ոչ ճնշումային ջրատար շերտերից ջրհանման պայմաններում ուղղաձիգ դրենաժների հաշվարկներ առկա են Ս.Կ.Աբրամովի [6] աշխատանքում: Նրա կողմից կատարվել են փորձնական հետազոտություններ՝ գնահատելու գոյություն ունեցող հաշվարկային մեթոդների ճշգրտությունը: Ոչ կատարյալ ջրհորներում ջրի հոսքի ուսումնասիրությամբ զբաղվել են նաև Մ. Մասկետը [32] և Ն.Կ. Գիրինսկին [16]: Մ. Մասկետը օգտագործելով կոմպլեքս փոփոխականների ֆունկցիան դիտարկել է դեպի հորատանցք ջրի շարժման, ծակոտկեն միջավայրում հեղուկի եռաչափ շարժման, սեղմված հեղուկի առաձգական ռեժիմի վերաբերյալ մի շարք խնդիրներ: Այստեղ հաշվի չի առնվում մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան: Հետազոտությունների արդյունքում ստացվել են մոտավոր բանաձևեր, որոնք ունեն բավարար ճշգրտություն պրակտիկ օգտագործման համար: Հետագայում անհամասեռ գրունտներում տեղադրված ոչ կատարյալ ջրհորների հաշվարկների կատարելագործմամբ զբաղվել է Պ.Յ. Պոլուբարինովա-Կոչինան, ում կողմից ստացված հաշվարկային բանաձևերը ավելի ճշգրիտ են և ամբողջությամբ արտահայտում են ֆիլտրացիոն գործընթացը դեպի ուղղաձիգ դրենաժ [49,44,45,46,47]: Կատարյալ ջրհորների ուսումնասիրությամբ զբաղվել են Վ.Ն. Շելկաչևը [89,90,91,92], ում կողմից կատարված հետազոտությունները լայնորեն կիրառվում են նավթարդյունահանության մեջ, Չ.Վ. Թեյսը [114], Ն.Ս. Բոլտոնը [98], Ս.Պ. Նեյմանը [107,108,109], Ս.Ֆ. Ավերյանովը [7] և ուրիշներ: Բոլտոնի և Նեյմանի հետազոտությունները հիմնականում վերաբերում են համասեռ և իզոտրոպ գրունտներին, երբ ջրհանումը կատարվում է անճնշում ջրատար շերտերից: Թեյսի կողմից ջրատար շերտերի ճնշման անկումների որոշման համար ստացված են բանաձևեր, երբ ջրհանումը հորատանցքից իրականացվում է հաստատուն ելքով: Հետագայում մի շարք

հեղինակներ Թեյսի բանաձևերը կիրառել են ստորերկրյա ջրերի շարժման և նավթային հիդրավլիկայի մի շարք խնդիրների լուծման համար: Ռիդլաձիգ դրենաժներում ֆիլտրացիայի մանրակրկիտ հետազոտություններ կատարվել են Վ.Ս. Ռիսենկոյի [70,71,72,73] կողմից, որոնց արդյունքում ստացվել են բանաձևեր հաստատված և չհաստատված ֆիլտրացիայի դեպքում: Հաշվարկներում հաշվի է առնված ինֆիլտրացիոն սնումը: Բացի այդ Վ.Ս. Ռիսենկոն գրունտային ջրերի շարժման գնահատման համար օգտագործել է էլեկտրոհիդրոդինամիկ անալոգիայի մեթոդը, որն առաջին անգամ կիրառվել է Ն.Ն. Պավլովսկու կողմից [47]: Այդ մեթոդը հիմնականում կիրառվում է հաստատված ֆիլտրացիոն շարժման եզրային խնդիրները թվային տեսքով լուծելու համար: Ն.Ն. Պավլովսկին մշակել է ֆիլտրացիոն երևույթների հիդրոմեխանիկական մոդել որի միջոցով դուրս են բերվել ծակոտկեն միջավայրում ջրի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները:

Ա.3. Օլեյնիկի [43,44,45] աշխատանքները նվիրված են ուղղաձիգ դրենաժների հաշվարկներին, որոնք գործում են բարդ հիդրոերկրաբանական պայմաններում, երբ ջրհանումը կատարվում է վերին և ստորին ճնշումային ջրատար շերտերից: Ռիդլաձիգ դրենաժներով հողերի չորացման խնդիրներով զբաղվել է Ա.Ի. Մուրաշկոն [37,38]: Բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրում տեղադրված ուղղաձիգ դրենաժների հաշվարկման ընդհանրացումներ կատարվել են նաև Ա.Կ. Անանյանի ապա Ս.Մ. Ղազարյանի, Վ.Ս. Սարգսյանի և ուրիշների կողմից:

Ա.Կ. Անանյանը դիտարկել է ստորերկրյա ջրերի ռեժիմների կանխատեսման եղանակները, միաժամանակ քննարկելով ուղղաձիգ դրենաժներով հողերի աղազերծման խնդիրները [9]:

Վ.Ս. Սարգսյանի կողմից մշակվել են արդյունաբերական հեղուկ թափոնների ստորերկրյա պահեստավորման մեթոդները և ներկայացվել են դրանք հաշվարկելու եղանակները: Նրա կողմից մշակվել են ջրհորի անկատարելության գործակցի որոշման նոր մեթոդներ [61]:

Ն.Լ. Մելիքյանի [5] աշխատությունը նվիրված է արտեզյան ջրավազանների ջրերի շահագործական պաշարների արդյունավետ օգտագործմանը, չխախտելով շրջակա միջավայրի էկոլոգիական հավասարակշռությունը: Հետազոտությունների արդյունքում մշակվել են շատրվանող հորատանցքերով ջրառի տեսական և մեթոդական հիմունքներ,

որոնք հնարավորություն են տալիս լուծելու ստորերկրյա ջրերի դինամիկայի մի շարք խնդիրներ:

Ռ.Մ. Բարսեղյանի կողմից կատարվել են ստորերկրյա ջրերի շարժման ուսումնասիրություններ փոփոխվող բնութագրեր ունեցող ծակոտկեն միջավայրի համար: Այստեղ ֆիլտրացիոն հավասարումների ինտեգրման համար կիրառվել է վերջնական աճերի մեթոդը: Ոչ գծային հավասարումների լուծման համար Ռ.Մ. Բարսեղյանը օգտագործել է քվադրատային մեթոդը [10]:

Ռեդլանդի գրափոխանակության ուսումնասիրություն կատարվել է Ի.Կ. Գավիշի կողմից, երբ աերացիայի գոտին կազմված է համասեռ գրունտներից [13,46]: Կիրառելով քվադրատացիոնար գրափոխանակության բանաձևը՝

$$\frac{v_z}{k_B} = \frac{d\Psi}{dz} - 1, \quad (1.3)$$

նա նշում է, որ աերացիայի գոտում խոնավության տեղաբաշխվածությունը կախված է գրունտների $k_B(\Psi)$, $\Psi(\theta)$ մեծություններից և ջրի հոսքի ինտենսիվությունից՝ v_z : Զննարկվել են երեք դեպքեր՝

- 1) $v_z = 0$, երբ ջրի հոսքը բացակայում է,
- 2) $v_z > 0$, $d\Psi/dz > 1$ և $\Psi > z$, այս դեպքում նկատվում է ջրի վերընթաց շարժում v_B ինտենսիվությամբ գրունտային ջրերի մակարդակից դեպի աերացիայի գոտի և երկրի մակերևույթ:
- 3) $v_z < 0$, $d\Psi/dz < 1$ և $\Psi < z$, որը առաջացնում է ջրի վարընթաց հոսք v_H ինտենսիվությամբ դեպի գրունտային ջրերի մակարդակ:

Ի.Կ. Գավիշի կողմից առաջադրվել է մի մոդել, որում գրունտային և մակերեսային ջրերը, լանդշաֆտը և կլիման համարվում են միասնական հիդրոերկրաբանական համակարգի բաղկացուցիչ մասեր, որոնք միմյանց հետ կապված են ուղիղ և հակադարձ կապերով: Այդպիսի մոդելը նկարագրվում է հետևյալ հավասարումով.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_B \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_B \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_B \frac{\partial H}{\partial z} \right) + \varepsilon = c \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (1.4)$$

որտեղ ε -ը հողում ջրի ինտենսիվությունն է, c գործակիցը որոշվում է (1.2) բանաձևով:

Ի.Կ. Գավիչի այս հավասարման լուծմամբ կորոշվեն գրունտային ջրերի ազատ մակերևույթի դիրքը և աերացիայի գոտում ջրի տեղադիրքը:

Ս.Վ. Վասիլևի, Ն.Ն. Վերիգինի և այլ համահեղինակների [34] աշխատությունը նվիրված է աերացիայի գոտում ոռոգման ջրերի ֆիլտրացիայի ուսումնասիրություններին: Հաշվարկների արդյունքում որոշվել է մեկ ջրման ընթացքում խոնավացվող շերտի խորությունը և աերացիայի գոտու լրիվ խոնավացման պայմաններում ավելցուկային ջրերի շերտի բարձրությունը, որը ներթափանցում է գրունտային ջրերի մակարդակ: Համաձայն այս աշխատանքի՝ ջրի այն շերտը, որը աերացիայի գոտուց անցնում է գրունտային ջրերի մակարդակ, ընդհանուր դեպքում կարելի է որոշել հետևյալ կախվածությունից.

$$h = h_0[(1 + u)e^{-\tau} - u], \quad (1.5)$$

որտեղ՝

$$u = \frac{2[\beta(k + \varepsilon_s) - (k - \varepsilon)]}{\sigma_0(\beta + 1)h_0}, \quad \tau = \frac{\sigma_0(\beta + 1)}{2n}t, \quad \beta = \frac{n}{n_s}, \quad (1.6)$$

իսկ ժամանակամիջոցը, որի դեպքում ջրի այդ շերտը կհասնի գրունտային ջրերի գոտի, որոշվել է հետևյալ բանաձևով.

$$t = \frac{2n}{\sigma_0(\beta + 1)} \ln \frac{1}{1 - \omega}, \quad (1.7)$$

որտեղ՝

$$\omega = \left(\frac{vt_c}{h_0} + 1 - \frac{H_0}{h_0} \right) \frac{\beta + 1}{1 + u}: \quad (1.8)$$

Ինչպես նշում է Ն.Ն Վերիգինը, հաշվարկների ժամանակ անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել մթնոլորտային տեղումների, ինֆիլտրացիայի և գրունտային ջրերի մակերևույթից գոլորշիացման վրա [11]: Օգտվելով չհաստատված շարժման տեսությունից Ն.Ն Վերիգինը առաջին անգամ մեկնաբանել է ջրատար շերտերի ջրաերկրաբանական բնութագրերը որոշելու եղանակները:

Աերացիայի գոտում ջրափոխանակության խնդիրներին անդրադարձել են նաև Գ.Մ. Կացը [28,29] և Ս.Ի. Խարչենկոն [74]: Աերացիայի գոտու խոնավության փոփոխական ռեժիմի գնահատման համար Գ.Մ. Կացը օգտագործել է Ա.Ա.Կլյուտի ջրափոխանակման բանաձևը, որը ուղղաձիգ հոսքի համար ներկայացրել է հետևյալ կերպ.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial \Psi}{\partial z} \right) - \frac{\partial K}{\partial z}, \quad (1.9)$$

որտեղ՝

$$K = k_f \bar{\theta}^n, \quad \bar{\theta} = \exp\left(-\frac{\Psi}{h_k}\right), \quad (1.10)$$

k_f -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է, $\bar{\theta}$ -ն հողում հարաբերական խոնավությունն է, h_k -ն պարամետր է, որը որոշվում է փորձերի արդյունքում, $n=3..4$:

Ս.Ի. Խարչենկոյի կողմից վերլուծվել են աերացիայի գոտում ջրափոխանակման, ինֆիլտրացիոն սնման, գրունտային ջրերի մակարդակի որոշման մեթոդները՝ խնդիրների լուծման համար օգտագործելով փորձնական տվյալներ: Համաձայն Ս.Ի. Խարչենկոյի՝ հողի արմատաբնակ շերտում ուղղաձիգ ջրափոխանակման մեծությունը կարելի է որոշել՝ օգտվելով ջրային հաշվեկշռի հետևյալ բանաձևից՝

$$D = X + M + Y - Y_n - E + \Delta W + \Delta U_{\Pi}: \quad (1.11)$$

Այս բանաձևը առանձին գյուղատնտեսական դաշտերի համար ճիշտ է միայն երկար ժամանակահատվածների համար, իսկ արմատաբնակ շերտի ջրապահովածության, ինչպես նաև աերացիայի գոտում աղերի տեղաշարժի ինտենսիվության գնահատման համար անհրաժեշտ են ջրափոխանակության վերաբերյալ տվյալներ կարճ ժամանակահատվածների համար: Խարչենկոն այդպիսի տվյալներ ստանալու համար առաջարկում է օգտագործել լիզիմետր, որը սակայն ճշգրիտ տվյալներ տալիս է միայն համասեռ գրունտների դեպքում [74]:

Հողագրունտներում ջրափոխանակման խնդրի լուծումը պահանջում է զանգվածափոխանակության գործընթացի դիտարկում բարդ համակարգում: Հողում էներգափոխանակման և զանգվածափոխանակման ուսումնասիրություններ է կատարել Ս.Վ. Ներպինը [39,40], ով ձևակերպել է զանգվածափոխանակման եզրային խնդիրները բույս-օդ-հող համակարգում և տվել է դրանց մաթեմատիկական լուծումները: Ս.Վ. Ներպինը դիտարկում է հողի եռաշերտ համակարգ, որտեղ ջերմափոխանակման և ջրափոխանակման գործընթացների նկարագրման համար ներկայացրել է հետևյալ դիֆերենցիալ հավասարումները.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(x) \frac{\partial T}{\partial x} \right], \quad (1.12)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(x) \frac{\partial q}{\partial x} \right], \quad (1.13)$$

որտեղ՝ T -ն և q -ն հողի ջերմաստիճանն ու խոնավությունն են:

Որպես եզրային պայմաններ ընդունվել են ջերմաստիճանի $T(0,t)$ և խոնավության $q(0,t)$ փոփոխությունները կախված ժամանակից: Գյուղատնտեսական մշակաբույսերով զբաղեց-

ված դաշտերում աերացիայի գոտու ջրափոխանակման գործընթացի նկարագրման համար Ե.Պ. Գալյամինը առաջարկում է օգտվել հետևյալ հավասարումից [14].

$$\varphi \frac{\partial P}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K \frac{\partial P}{\partial x} - K \rho g - a^{-2} \frac{\partial^2 P}{\partial \tau \partial x} \right) - f, \quad (1.14)$$

որտեղ՝ P -ն գրունտային ջրերի ճնշումն է, ρ -ն ջրի խտությունն է, g -ն ծանրության ուժն է, $\varphi = \partial \omega / \partial P$, ω -ն հողի ծավալային խոնավությունն է, a -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում ուղղաձիգ ջրահաղորդականությունը, f -ը հողում հոսքի ինտենսիվությունն է՝ պայմանավորված բույսերի արմատների կողմից ջրի կլանման հետ:

Ա.Ա. Ռոդեն ջրափոխանակման բանաձևը ներկայացրել է ջրի դիֆուզիայով [59].

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial x} \right), \quad (1.15)$$

որտեղ՝ D -ն դիֆուզիայի գործակիցն է,

$$D = K \frac{\partial M}{\partial \theta}, \quad (1.16)$$

M -ը բույսերի ընդհանուր կենսազանգվածն է:

Գրունտային ջրերի պոտենցիալի, ջրահաղորդականության գործակիցների և ջրի կապիլյար դիֆուզիայի որոշման նոր մեթոդներ է առաջարկել Ա.Մ. Գլոբուսը [15]: Նրա կողմից քննարկվել է հողում ջրի շարժման գործընթացը ջերմային գրադիենտների ազդեցությամբ և հաշվարկների արդյունքում ցույց է տվել, թե ինչպես է ջերմաստիճանը ազդում հողում խոնավության պոտենցիալի վրա: Հաշվի առնելով խոնավության արդյունավետ պոտենցիալի Ալլերի կողմից առաջարկված բանաձևը՝ Ա.Մ. Գլոբուսը ջրափոխանակության համար ստացել է հետևյալ հավասարումը.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial \theta}{\partial z} + A \frac{\partial^2 \theta}{\partial t \partial z} \right), \quad (1.17)$$

որտեղ՝ A գործակիցը ստացվում է փորձերի արդյունքում:

Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի աճի և զարգացման, ինչպես նաև բերքատվության պլանավորման և ծրագրավորման տեսակետից մեծ արժեք են ներկայացնում [35,36,63,64,68] աշխատությունները, որոնցում կատարվել են զանգվածափոխանակման խնդիրների դիտարկում, բույսերի ակտիվ կենսազանգվածի մոդելավորում և մաթեմատիկական մեթոդներով մշակաբույսերի բերքի կանխատեսում

տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում: Համաձայն [36] աշխատության, երբ հողում բացակայում է արմատային համակարգը ջրափոխանակման խնդրի լուծման համար կարելի է օգտվել ջրային հաշվեկշռի բանաձևից, որը ունի հետևյալ տեսքը.

$$\frac{\partial \omega_{\Sigma}}{\partial t} = -div V_{\Sigma}, \quad (1.18)$$

որտեղ ω_{Σ} -ով նշանակված է հողի ծավալային խոնավությունը:

Բույսերի արմատների կողմից ջրի կլանումը բնութագրելու համար ստացված են առանձին բանաձևեր: Կատարելով ձևափոխություններ (1.18) բանաձևում և հաշվի առնելով հողում արմատային համակարգի առկայությունը՝ ստացված է հողում ջրափոխանակման որոշման հետևյալ արտահայտությունը.

$$\mu(p^*) \frac{\partial p^*}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[k_s \left(\frac{\partial p^*}{\partial x} - 1 \right) \right] + f, \quad (1.19)$$

որտեղ p^* -ն ջրային պոտենցիալն է, f -ը հողում հոսքի ինտենսիվությունն է՝ պայմանավորված բույսերի արմատների կողմից ջրի կլանման հետ, $\mu(p^*) = d\omega/\partial p^*$, k_s -ը ջրահաղորդականության գործակիցն է:

k_s -ի որոշման համար առաջարկվում է հետևյալ կապը՝

$$k_s = A_2 k_f p^{*-(2+1\sqrt{n})}, \quad (1.20)$$

որտեղ A_2 և n -ը թվային գործակիցներ են, k_f -ը ֆիլտրացիայի գործակիցն է:

Օգտագործելով ստացված դիֆերենցիալ հավասարումները՝ կազմվել է հողում ջրափոխանակության նկարագրման բլոկ-սխեման:

Հողագրունտներում ջրափոխանակման գործընթացի առավել ընդգրկուն ուսումնասիրություն է կատարվել Ս.Մ. Ղազարյանի կողմից [19,22]: Աշխատությունում ներկայացված են ջրափոխանակման խնդիրներին առնչվող տեսական, մեթոդական և տեխնիկական լուծումները ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա: Ներկայացված է ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման խնդրի գիտականորեն հաստատված լուծում: Օգտվելով հեղուկի անխզելիության հավասարումից՝ ջրափոխանակության համար ստացվել է հետևյալ բանաձևը.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} K \left(\frac{\partial \Psi}{\partial x} + 1 \right) + f, \quad (1.21)$$

որտեղ θ -ն հողի ծավալային խոնավությունն է, $H = \Psi + x$ -ն հիդրոստատիկ ճնշումն է:

Ս.Մ. Ղազարյանի կողմից [18,19,20,21,23,24,25,26] կատարվել են ուղղաձիգ դրենաժների ֆիլտրացիոն հաշվարկներ տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում: Քննարկվում են ուղղաձիգ դրենաժների աշխատանքը ճնշումային ջրատար շերտերից ջրհանման տարբեր ռեժիմների դեպքում: Բերված են նաև բազմաշերտ ջրատար հորիզոնների հիդրոերկրաբանական պարամետրերի որոշման մեթոդներ: Դիտարկվել են Արարատյան հարթավայրի արտեզյան ջրավազանի եռաշերտ ջրատար հորիզոններով հիդրավիլիկական կապով ֆիլտրացիոն եզրային ուղիղ և հակադարձ խնդիրների լուծումները առանձին և խումբ ջրհորներով, վերին և ներքին ճնշումային շերտերից առանձին և նրանց միաժամանակ ջրառի դեպքում:

Հողագրունտների ֆիզիկոմեխանիկական, ջրաֆիզիկական հատկությունների և հիդրոերկրաբանական պայմանների, ինչպես նաև գրունտային ջրերի շարժման վերաբերյալ ուսումնասիրություններ կատարվել են նաև [8,33,42,48,62,69,77-79,93-102,106,110,115-117] աշխատանքներում:

1.2 Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պայմանները և ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր բնութագիրը

Արարատյան հարթավայրը եզրավորված է Արագած, Գեղամա, Սիս և Մասիս, Հայկական պար լեռնազանգվածներով: Տարածքի բացարձակ բարձրությունը տատանվում է 800-1000մ սահմաններում: Այն տարածվում է հյուսիս-արևմուտքից հարավ-արևելք, Ախուրյանի ստորին հոսանքից մինչև Գայլի դրոնք: Երկարությունը շուրջ 120կմ է, իսկ լայնությունը՝ 10-30կմ: Տարածքի մակերեսը կազմում է մոտ 1300կմ² [5,19]:

Կլիման չոր ցամաքային է, ամառը շոգ է և արևոտ, ձմեռը՝ չափավոր ցուրտ ոչ հաստատուն ձնածածկույթով: Հունվարին միջին ջերմաստիճանը կազմում է -4°C –ից -6°C, նվազագույնը՝ -33°C, հուլիսին՝ 24-26°C, առավելագույնը 42°C : Տարեկան տեղումները կազմում են 200-350մմ: Բարձր գոլորշունակության պատճառով մոտ 1000մմ խոնավության հաշվեկշիռը բացասական է, գործակիցը՝ 0,3:

Հարթավայրում գերակշռում են հումուսից աղքատ գորշ հողերը, աղուտ-ավկալի, գերխոնավ հողերն ու ճահճուտները: Արարատյան գոգահովիտն ընդգրկում է Արաքս գետի ավազանն իր Ախուրյան, Սևջուր, Քասախ, Հրագդան, Ազատ և Վեդի վտակներով, որոնցով սնվում է նաև ստորերկրյա ջրերի ավազանը: Արաքս գետի ջրհավաք ավազանը ընդգրկում է ավելի քան 31500կմ² տարածք, որից 14900կմ²-ին ՀՀ տարածքն է, իսկ մնացածը՝ Թուրքիայի:

Հիդրոերկրաբանական տեսակետից Արարատյան գոգահովիտը շնորհիվ իր զբաղեցրած դիրքի համարվում է փակ միջլեռնային արտեզյան ջրավազան՝ դիտելով այն որպես գրունտային և ստորերկրյա ջրերի բեռնաթափման և կուտակման վայր: Բեռնաթափման այդ գոտին տեղադրված է Արարատյան արտեզյան ավազանի 800-1100մ բացարձակ բարձրությունների վրա: Ստորերկրյա ջրերը ձևավորվում են հիմնականում Արաքս գետի ավազանի նախալեռնային և լեռնային մասերում [9]:

Գոգահովտի մակերևույթը հարթ է: Տարածքի հիմնական մասը ծածկված է հրաբխային լավաներով և հեղեղաբերուկ նստվածքներով, տեղ-տեղ առկա են նաև հրաբխային և խարամային կոներ: Հիդրոերկրաբանական առումով այդ ապարները շատ կարևոր դեր են խաղում արտեզյան ավազանի ձևավորման և ստորերկրյա ջրերի տեղաշարժի ու կուտակման գործընթացներում: Ջրահավաք ավազանի հրաբխային ապարներում առկա ճաքճքվածությունները և ծակոտկենությունը բարենպաստ պայմաններ են ստեղծում ջրաթափանցելիության համար, ինչի հետևանքով մակերեսային ջրերի և մթնոլորտային տեղումների զգալի քանակություն ֆիլտրվում է ներքև՝ առաջացնելով ստորերկրյա ջրերի մեծ հոսք: Այդ հոսքի մի մասը դուրս է գալիս երկրի մակերես աղբյուրների միջոցով, իսկ մնացած մասը ներթափանցում է Արարատյան հարթավայր լավային ապարներով լցված իջվածքներով և գետային հուններով [19,54]:

Տեկտոնիկ տեսակետից Արարատյան գոգահովտում առանձնացնում են հետևյալ իջվածքները և բարձրացումները (նկ.1.4).

- Հոկտեմբերյանի իջվածք
- Սովետաշենի բարձրացում
- Արտաշատի իջվածք
- Խոր Վիրապի բարձրացում
- Արագդայանի իջվածք

Երկրաբանական այս հատվածները միմյանցից տարբերվում են իրենց հզորությամբ, ֆիլտրացիոն և այլ հատկություններով:

Արարատյան հարթավայրի երկրաբանական ուսումնասիրությունների հիմքը դրվել է Գ.Բ. Աբիխի կողմից [5,9]:

1920-ական թվականներին Վ.Ֆ Չախարովի ղեկավարությամբ սկսվեց Արաքս գետի ավազանի ուսումնասիրությունները, որոնց հիման վրա կազմվեց հաշվետվություն, որտեղ բերվեցին մանրամասն տեղեկություններ գրունտային ջրերի տեղաբաշխման և ջրատար շերտերի հիդրավիկական կապի վերաբերյալ:

Արարատյան հարթավայրի բազմակողմանի հետազոտություններ կատարվեցին պրոֆեսոր Գ.Գ.Օգանեզովի կողմից, որոնց արդյունքում տրվեց հարթավայրի ստորերկրյա ջրերի ձևավորման և բեռնաթափման պայմանները [41]:

1940թ-ին Արարատյան հարթավայրում սկսվեցին հորատման աշխատանքներ հետազոտական և շահագործական նպատակներով, որը իրականացնում էր Հայաստանի երկրաբանական վարչությունը:

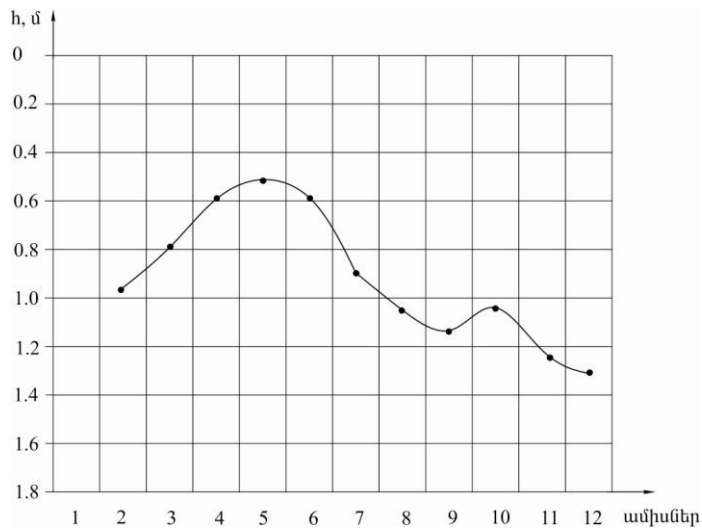
Կատարված բոլոր հետազոտությունները մեկ ընդհանուր հաշվետվությամբ 1965թ-ին ներկայացրեց Ա.Բ. Ամրոյանը, որտեղ տրված էին Արարատյան արտեզյան ավազանի ճնշումային ջրերի ընդհանուր բնութագրերը [5,19]:

Ջրաերկրաբանական երկարամյա ուսումնասիրությունների հիման վրա Արարատյան արտեզյան ավազանում առանձնացվել են երեք հիմնական ջրատար հորիզոններ, որոնք տարածված են ամբողջ հարթավայրով: Դրանք են.

- գրունտային ջրերի գոտի
- վերին ճնշումային ջրատար հորիզոն,
- ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոն:

Գրունտային ջրերի շարժումը վերին ծածկող շերտում կատարվում է ավազակավային, կավավազային, ավազային և խճազլաքարային նստվածքներով: Արտեզյան ավազանում գրունտային ջրերը տարածված են գրեթե ամենուրեք, հիմնականում 0,5-60մ խորություններում և տեղաշարժը կատարվում է Արաքս գետի ուղղությամբ: Գրունտային ջրերի սնումը հիմնականում կատարվում է ի հաշիվ ոռոգման ջրերի , մթնոլորտային տեղումների և տեղի հիդրոգրաֆիկ ցանցի: Գրունտային ջրերի սնման աղբյուր է հանդիսանում նաև վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրի վերհոսքը: Կախված

բնակլիմայական պայմաններից նշված գործոններից յուրաքանչյուրի դերը կարող է փոփոխվել: Արարատյան հարթավայրում գրունտային ջրերի բեռնաթափումը կատարվում գոլորշիացման և դրենաժային համակարգի միջոցով: Համաձայն « Մելիորացիա» ՓԲԸ-ի կողմից Արարատյան հարթավայրում գրունտային ջրերի մակարդակների վերաբերյալ մոնիթորինգի՝ Էջմիածնի, Արտաշատի և Մասիսի տարածաշրջանների աղուտ հողերում գրունտային ջրերի մակարդակը տատանվում է 0,5-1,1մ-ի սահմաններում, տատանման տարեկան ամպլիտուդը կազմում է 0,3-0,6մ (նկ.1.3) [5]:



Նկ.1.3 Աղուտ հողերում գրունտային ջրերի տարեկան տատանումները

Ոռոգելի հողատարածքներում գրունտային ջրերի բարձր մակարդակը պայմանավորված է ինչպես ստորերկրյա ճնշումային ջրերի վերհոսքով, այնպես էլ ոռոգման ջրերի ինֆիլտրացիայով: Այդ հողատարածքներում գրունտային ջրերի ամենաբարձր մակարդակը դիտվում է վեգետացիոն շրջանում, իսկ ամենացածրը՝ ոռոգման սեզոնի ավարտից հետո: Այս հողերում ԳՁ տատանման տարեկան ամպլիտուդը կազմում է 0,6-0,8մ: Գրունտային ջրերի հորիզոնի ստորին հատվածներում առկա թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող դարչնագույն կավային շերտերից ներքև տարածվում է վերին ճնշումային ջրատար շերտը: Այս հորիզոնի ջրերը թույլ ճնշումային են: Ջրատար այս շերտը կազմված է հիմնականում ավազային, կոպճային և գլաքարային ապարներից, մոտավորապես 10-50մ հզորությամբ: Պիեզոմետրիկ ճնշումը այստեղ բավականին թույլ է և կազմում է 1-2մ: Վերին ճնշումային ջրատար շերտի սնումը կատարվում է ի հաշիվ Արաքս գետի ավազանից կատարվող ինֆիլտրացիայի: Գրունտային ջրատար շերտերը գրունտային ջրերի գոտու հետ գտնվում են հիդրավլիկական ակտիվ կապի մեջ, ինչը հնարավորություն է տալիս գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցման

համար այս վայրերում տեղադրել ուղղաձիգ դրենաժներ: Հետևաբար այս շերտի ջրերի հիմնական բեռնաթափումը իրականացվում է հորատանցքերի միջոցով [5]:

Երկու ճնշումային ջրատար հորիզոնները միմյանցից բաժանված են ջրամերժ շերտով, որը իրենից ներկայացնում է կավային հաստ զանգված: Ջրամերժ շերտի հզորությունը հարթավայրի որոշ հատվածներում հասնում է շուրջ 40մ-ի և գործնականում անջրաթափանց է: Ներքին ճնշումային ջրատար շերտը համարվում է ամենաարժեքավորը, քանի որ այստեղ են պահպանվում բարձր ճնշումային ստորերկրյա ջրերի հիմնական պաշարները: Ջրատար այս շերտում հիմնականում առկա են բազալտային ապարներ և կավային զանգվածներ, իսկ հզորությունը կազմում է 30-300մ: Ջրատար շերտի բնական բեռնաթափումը կատարվում է աղբյուրների միջոցով:

Ըստ քիմիական կազմի՝ Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերը հիմնականում հիդրոկարբոնատային, նատրիում-կալցիումային, երբեմն մագնեզիումային, սուլֆատային և նատրիումային են: Տարբեր կառուցվածքներում տարածված են տարբեր քիմիական կազմ ունեցող ջրեր, որը պայմանավորված է տարատեսակ ապարների լիթոլոգիական և պետրոգրաֆիական կազմով: Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը բերված է հետևյալ աղյուսակում [41].

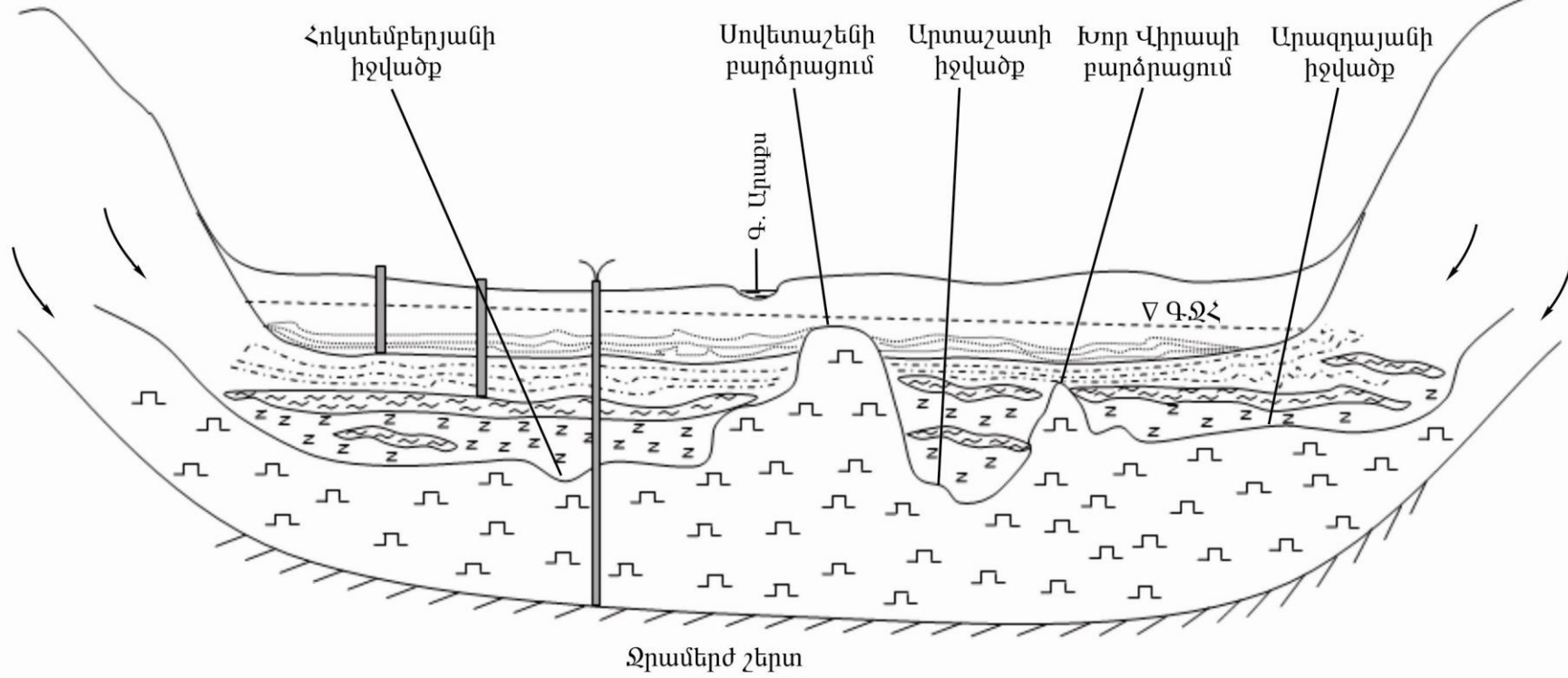
Աղյուսակ 1.1

Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը

Հիդրոերկրաբանական կառուցվածքը	Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը
հանքայնացումը մինչև 1գ/լ	
Հոկտեմբերյանի իջվածք	հիդրոկարբոնատ-նատրիումական 0,35-0,7գ/լ
Սովետաշենի բարձրացում	սուլֆատ-նատրիումական 0,7-1գ/լ
Արտաշատի իջվածք	հիդրոկարբոնատ, կալցիում-նատրիումական 0,5-0,8գ/լ
Արագոսյանի իջվածք	հիդրոկարբոնատ-սուլֆատական, նատրիում-կալցիումային 0,4-1գ/լ

լ. Արարատ

լ. Արագած



- | | | | |
|--|---|--|-------------|
| | Հրաբխային լավաներ | | Կավավազներ |
| | Ճեղքավորված բազալտներ
անդեզիտա-բազալտներ | | Մանրավազներ |
| | Կավային շերտեր | | |

Նկ.1.4. Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական կտրվածքի պարզեցված սխեման

Համաձայն USAID-ի «Մաքուր էներգիա և ջուր» ծրագրի շրջանակներում «Արարատյան դաշտի ստորերկրյա ջրային ռեսուրսների գնահատումը» թեմայով 2013թ-ի վերջնական հաշվետվության՝ Արարատյան արտեզյան ավազանից հորատանցքերով 2013թ-ի ընթացքում օգտագործված ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր ծավալը կազմել է ավելի քան 55550լ/վն կամ 1753մլն.մ³:

Ստորև բերված աղյուսակում ներկայացված են օգտագործված ջրի ծավալներն ըստ տարածաշրջանների:

Աղյուսակ 1.2

Արարատյան դաշտի ստորերկրյա ջրերի օգտագործման ծավալները 2013թ-ին

Տարածաշրջանը	Օգտագործված հորերի քանակը	Ինքնաշատրվանող հորերի քանակը	Օգտագործված ջրի ընդհանուր քանակը (լ/վ)
Բաղրամյան-Արմավիր	280	0	2747
Էջմիածին	584	282	12571
Մասիս	651	564	37969
Արտաշատ	124	33	979
Արարատ	142	16	1284
Ընդհանուրը	1781	895	55550

Համաձայն USAID-ի ուսումնասիրությունների՝ Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի վերականգնվող ռեսուրսների խորքային հոսքը տարեկան կազմում է մոտավորապես 1822,8մլն.մ³, որի զգալի մասը ձևավորվում և ներթափանցում է Թուրքիայի տարածքից:

Ստորերկրյա ջրերի օգտագործումը տարեցտարի ավելանում է ի հաշիվ այս տարածաշրջանում արագ զարգացող ձկնարդյունաբերության: Մասնավորապես 2013թ-ի ընթացքում ձկնային տնտեսությունների կողմից շահագործվել են 470 հորատանցքեր, իսկ ընդհանուր ջրառը կազմել է 1119,4 մլն.մ³: Մահմանված քանակից ավելի մեծ ջրառի պայմաններում խախտվում են ստորերկրյա ջրային ռեժիմները, ինչը իր հերթին առաջ է բերում մի շարք բացասական հետևանքներ:

Արարատյան հարթավայրում գործում են շուրջ 1534,6կմ ընդհանուր երկարությամբ դրենաժակոլեկտորային ցանցեր, որոնցից բաց ցանցը կազմում է 905,16կմ, իսկ մնացածը կազմում է փակ ցանցը՝ 629,44կմ երկարությամբ: Գրանց տակ ընկած չորացվող տարածքները համապատասխանաբար կազմել են 25025հա և 7729հա:

1.3 Գրունտային ջրերի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները և նրանց ձևափոխությունները տարբեր ռեժիմներով ջրհանման դեպքում

Ջրատար բոլոր հորիզոնները՝ ճնշումային և ոչ ճնշումային շերտերը, ներառյալ նաև թույլ հանքայնացված ջրերը, որոնք տեղադրված են հողի մակերեսից մինչև 300մ խորությունները, համարվում են ջրափոխանակման ակտիվ գոտի [19]: Ջրափոխանակման ակտիվ գոտում դիտվում է գրունտային ջրերի չհաստատված շարժում, քանի որ մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի ինտենսիվությունը և գոլորշիացումը մշտապես փոփոխվում են: Բացի այդ փոփոխության է ենթարկվում նաև գետերում գումարային հոսքի մեծությունը, ինչն ազդում է նաև ջրատար հորիզոնների ձևավորման վրա: Հորատանցքերից ջրհանման ռեժիմների խախտումը նույնպես նպաստում է գրունտային ջրերի չհաստատված շարժման ստեղծմանը:

Բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրում գրունտային ջրերի չհաստատված շարժումը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումները կստացվեն եթե այդ ջրատար շերտից առանձնացնենք գլանաձև տարրական ծավալի տեսքով մի անշարժ տարածություն և դիտարկենք dt ժամանակամիջոցում այդ ծավալի ներս լցվող և դուրս եկող հեղուկի հոսքերը և դրանցով կազմենք ջրային հաշվեկշիռը, իսկ այնուհետև օգտագործենք Գարսիի օրենքը: Առանցքային համաչափ խնդրի դեպքում ջրային հաշվեկշռի հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$\Delta M = \Delta M_r + \Delta M_q + \Delta M_g + \Delta M_e \quad (1.22)$$

որտեղ՝ ΔM -ը V_2 ծավալով տարրական ծավալում հեղուկի քանակի փոփոխությունն է dt ժամանակահատվածում, ΔM_r -ը ջրի այն քանակն է, որը մուտք է գործում կամ դուրս է գալիս գլանաձև տարրական ծավալի շառավիղ վեկտորի (r) ուղղությամբ, ΔM_q և ΔM_g -ն համապատասխանաբար ստորերկրյա ջրերի այն հոսքերն են, որոնք ներթափանցում են

տարրական ծավալ վերևից և ներքևից, ΔM_ε -ը ջրի այն քանակն է, որը տարրական գլան մուտք է գործում ի հաշիվ մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի:

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները (1.22) բանաձևում՝ կստանանք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\mu \frac{\partial H_n}{\partial t} = m_n K_n \left(\frac{\partial^2 H_n}{\partial r^2} + \frac{\partial H_n}{r \partial r} \right) - \frac{\lambda_n}{h_n} (H_{n+1} - H_n) - \frac{\lambda_{n-1}}{h_{n-1}} (H_n - H_{n-1}) \pm \varepsilon \quad (1.23)$$

որտեղ՝ K_n -ը համապատասխան ճնշումային ջրատար շերտերի ֆիլտրացիայի գործակիցներն են, m_n -ը տվյալ ջրատար շերտերի հզորություններն են, H_n -ը պիեզոմետրիկ ճնշումն է, μ -ն առաձգական ջրատվության գործակիցն է, λ_n -ը երկու ճնշումային ջրատար հորիզոնները բաժանող շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է, ε -ը մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի մեծությունը:

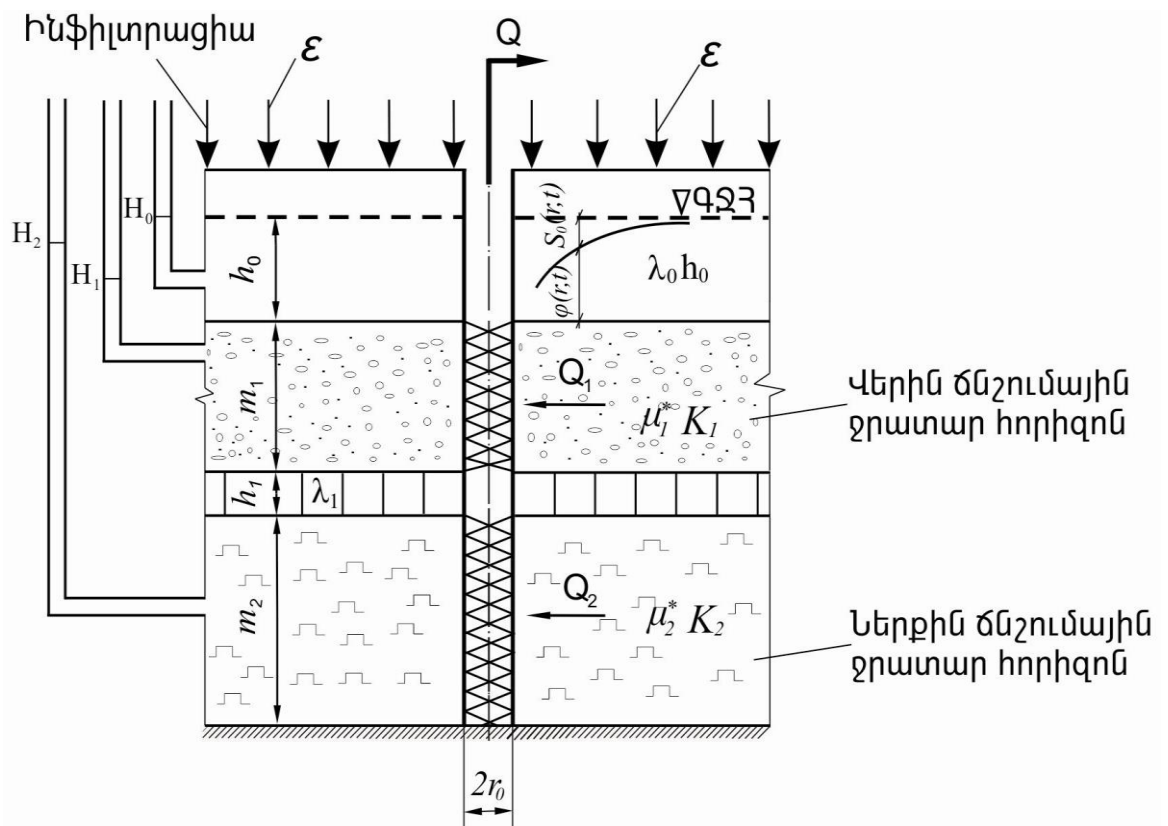
(1.23) -ը իրենից ներկայացնում է ջրային հաշվեկշռի հավասարումը և նկարագրում է գրունտային ջրերի չհաստատված շարժումը ջրափոխանակման ակտիվ գոտում: Հավասարման աջ կողմի առաջին անդամը արտահայտում է գլանի տեսք ունեցող տարրական ծավալի շառավիղ վեկտորի ուղղությամբ մուտք գործող և դուրս եկող ստորերկրյա ջրերի ծավալների տարբերությունը: Աջ կողմի երկրորդ և երրորդ անդամները իրենցից ներկայացնում են ջրի այն ծավալները, որոնք ներթափանցում են ուսումնասիրվող ծավալ վերին և ներքին ջրատար հորիզոններից թույլ ջրաթափանց շերտով միավոր ժամանակի ընթացքում: Չորրորդ անդամը արտահայտում է ջրի այն քանակությունը, որը ներթափանցում է ուսումնասիրվող շերտ մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի հետևանքով: Հավասարման ձախ մասը ցույց է տալիս տարրական գլանի ծակոտկեն միջավայրի ծավալի ավելացումը կամ փոքրացումը, որը տեղի է ունենում ի հաշիվ մուտք գործող և դուրս եկող ջրերի ծավալների փոփոխության:

Նկ.1.5-ում պատկերված հիդրոերկրաբանական կտրվածքի համար, որտեղ առկա են երկու ճնշումային ջրատար հորիզոններ, որոնք միմյանցից բաժանված են թույլ ջրաթափանց շերտով, գրունտային ջրերի շարժումը նկարագրվում է երեք հավասարումներով, որոնք ստացվում են (1.23) բանաձևից: Վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնի համար գրունտային ջրերի շարժման (1.23) հավասարման աջ կողմի չորրորդ անդամը անտեսվում է, քանի որ այն նկարագրում է մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան վերին ծածկող շերտում:

Բանաձևի մեջ ներմուծենք հետևյալ պարամետրերը՝ ընդունելով, որ բոլոր այդ գործակիցները կախված են համապատասխան ջրատար շերտի հիդրոերկրաբանական պայմաններից [19,44].

$$a_1 = \frac{m_1 K_1}{\mu_1^*}, \quad b_1 = \frac{\lambda_1}{h_1 \mu_1^*}, \quad b_1^* = \frac{\lambda_0}{h_0 \mu_1^*}, \quad S_i(r, t) = H_{i\varepsilon} - H_i(r, t) \quad (1.24)$$

որտեղ՝ a_1 -ը վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնի պիեզոհաղորդականության գործակիցն է, b_1 -ը և b_1^* -ը հոսքի գործակիցներն են, $S_i(r, t)$ -ն գրունտային ջրերի իջեցման արժեքներն են ջրատար շերտի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին, $H_{i\varepsilon}$ -ը ջրատար շերտերի պիեզոմետրիկ ճնշումներն են, μ_1^* -ը վերին ճնշումային ջրատար շերտի առաձգական ջրատվության գործակիցն է, K_1 -ը այդ նույն շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է, h_1 -ը երկու ճնշումային ջրատար հորիզոնները բաժանող շերտի հզորությունը:



Նկ.1.5. Ջրատար շերտերի կտրվածքը ուղղաձիգ դրենաժի

աշխատանքի ֆոնի վրա

Տեղադրելով նշված արժեքները (1.23) բանաձևում՝ վերին ճնշումային ջրատար շերտի համար կարող ենք գրել [19].

$$\frac{\partial S_1}{\partial t} = a_1 \left(\frac{\partial^2 S_1}{\partial r^2} + \frac{\partial S_1}{r \partial r} \right) - b_1(S_1 - S_2) - b_1^*(S_1 - S_0) \quad (1.25)$$

Ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնի համար (1.23) հավասարման աջ կողմի երկրորդ և չորրորդ անդամները հաշվի չեն առնվում, քանի որ ներքին ճնշումային ջրատար շերտը համարվում է անջրանցիկ և բացի այդ բացակայում է երրորդ ջրատար հորիզոնը:

Նույն կերպ (1.23) հավասարման մեջ ներմուծենք հետևյալ հիդրոերկրաբանական պարամետրերը.

$$a_2 = \frac{m_2 K_2}{\mu_2^*}, \quad b_2 = \frac{\lambda_1}{h_1 \mu_2^*} \quad (1.26)$$

որտեղ՝ a_2 -ը ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնի պիեզոհաղորդականության գործակիցն է, b_2 -ը այդ շերտի հոսքի գործակիցն է, K_2 -ը ներքին ճնշումային ջրատար շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է, m_2 -ը այդ նույն շերտի հզորությունը, μ_2^* -ը առաձգական ջրատվության գործակիցն է տվյալ շերտի համար :

Տեղադրելուց հետո կստանանք ներքին ճնշումային ջրատար շերտում գրունտային ջրերի շարժումը նկարագրող հետևյալ արտահայտությունը [19].

$$\frac{\partial S_2}{\partial t} = a_2 \left(\frac{\partial^2 S_2}{\partial r^2} + \frac{\partial S_2}{r \partial r} \right) - b_2(S_2 - S_1) \quad (1.27)$$

Վերին ծածկող շերտում դիտվում է գրունտային ջրերի անճնշում շարժում ազատ մակերևույթով: Ընդունելով, որ ծածկույթային շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցը շատ անգամ փոքր է վերին ճնշումային հորիզոնի ֆիլտրացիայի գործակիցից, կարելի է եզրակացնել, որ ջրի շարժումը տեղի է ունենում ուղղաձիգ ուղղությամբ: Հետևաբար այս շերտում գրունտային ջրերի շարժումը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումը իրենից կներկայացնի ֆիլտրացիայի արագության և ազատ մակերևույթի ուղղաձիգ տեղափոխության արագության կախվածություն:

Ջրատար այս շերտի համար ընդունենք հետևյալ պարամետրերը [44].

$$e = \frac{\varepsilon}{\mu_0^*}, \quad b_0 = \frac{\lambda_0}{h_0 \mu_0^*} \quad (1.28)$$

որտեղ՝ λ_0 -ն տվյալ շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է, h_0 -ն այդ շերտի միջին հզորությունն է, H_0 -ն ծածկույթային շերտի պիեզոմետրիկ ճնշումն է, μ_0^* -ն այդ նույն շերտի ջրատվության գործակիցը:

Արդյունքում վերին ծածկող շերտի համար կստացվի [19].

$$\frac{\partial S_0}{\partial t} = b_0(S_1 - S_0) - e \quad (1.29)$$

Ստացված (1.25), (1.27) և (1.29) դիֆերենցիալ հավասարումները նկարագրում են գրունտային ջրերի չհաստատված շարժումը վերին ճնշումային, ներքին ճնշումային և վերին ծածկող ջրատար հարիզոններում:

1.4 Ամփոփում

1. Ոռոգելի զանգվածը ներկայացված է որպես ագրոէկոհամակարգի և հասարակական-արտադրական համակարգերի առանձին բաղադրիչ: Կազմվել է ագրոէկոհամակարգում ընթացող գործընթացների կառավարումը նկարագրող բլոկ-սխեման: Նշվել են այն 4 հիմնական խնդիրները, որոնք ընկած են ոռոգելի զանգվածի ուսումնասիրությունների հիմքում: Միաժամանակ քննարկվել են ագրոէկոհամակարգի այն հնարավոր փոփոխությունները, որոնք կապված են ոռոգման համակարգերի ստեղծման և օգտագործման հետ:

2. Կազմվել է ոռոգելի հողատարածություններում ջրափոխանակման նմանակման դինամիկ մոդելի բլոկ-սխեման ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա: Այն բաղկացած է 2 հիմնական հատվածներից: Առաջին մասը պատկերում է հողում ջրափոխանակման դինամիկ մոդելը ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա: Երկրորդ մասը ցույց է տալիս ջրափոխանակման ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա և հնարավորություն է տալիս վերլուծել ու գնահատել իրականացված միջոցառումների հետևանքները:

3. Կատարվել է ուղղաձիգ դրենաժ գրունտային ջրերի հոսքի և ջրափոխանակման խնդիրների վերաբերյալ առկա գրականության ակնարկ: Համառոտ ներկայացված են համասեռ և անհամասեռ գրունտներում, միաշերտ և բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրերում տեղադրված ուղղաձիգ դրենաժներ գրունտային ջրերի շարժման և ջրափոխանակման խնդիրների վերաբերյալ տարբեր հեղինակների կողմից կատարված ուսումնասիրությունները: Ջրափոխանակման խնդիրների ուսումնասիրությամբ առաջինը զբաղվել է Լ.Ա. Ռիչարդսը: Նրա ուսումնասիրությունները շարունակել է Ա.Ա. Կլյուտը և ստացել է հողում ջրափոխանակման խնդրի լուծումը միաշափ խնդրի դեպքում: Հետագայում

այս խնդրով զբաղվել են՝ Ի.Կ. Գավիշը, Ն.Ն. Վերիգինը, Ս.Ի. Խարչենկոն, Ս.Մ.Ղազարյանը, Գ.Մ.Կացը և ուրիշներ:

4. Ներկայացվել են Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պայմանները և այդ պայմաններում ստորերկրյա ջրերի ձևավորման և տեղաշարժի վրա ազդող հիմնական գործոնները: Կազմվել է հարթավայրի հիդրոերկրաբանական կառուցվածքի պարզեցված սխեման, որտեղ առանձնացված են այն հիմնական իջվածքները և բարձրացումները, որոնք առկա են: Բերված են այն հիմնական ցուցանիշները, որոնք առնչվում են Արարատյան արտեզյան ավազանին: Այստեղ պայմանականորեն առանձնացվում են 2 ջրատար հորիզոններ՝ վերին ծածկույթային շերտը և ներքին ու վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնները, որոնք միմյանցից բաժանված են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող շերտով:

5. Օգտագործելով Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական կտրվածքի պարզեցված սխեման՝ նշված ջրատար հորիզոններից յուրաքանչյուրի համար ստացվել են գրունտային ջրերի շարժումը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումները, որոնք ձևափոխության են ենթարկվել ջրատար տարբեր շերտերի համար ջրհանման տարբեր ռեժիմների դեպքում:

ԳԼՈՒԽ 2. ՋՐԱԻՋԵՑՄԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿՆԵՐԸ ԿԱԽՎԱԾ ՈՒՂՂԱՉԻԳ

ԴՐԵՆԱԺՈՎ ՋՐՀԱՆՄԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻՑ

2.1 Ջրաիջեցման հաշվարկները ճնշումային երկու ջրատար հորիզոններից միաժամանակ ջրհանման պայմաններում

Ճնշումային երկու ջրատար շերտերը իրարից բաժանված են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող կավային շերտով և միմյանց հետ գտնվում են հիդրվիլիկական կապի մեջ (նկ.1.5): Ուղղաձիգ դրենաժով ճնշումային երկու ջրատար շերտերից միաժամանակ ջրհանման պայմաններում ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման հաշվարկների համար ընդունենք, որ ճնշումները ջրատար շերտերում տարբեր են, իսկ ուղղաձիգ դրենաժից ջրի գումարային ելքը հաստատուն մեծություն է, ընդ որում առանձին ջրատար շերտերի ելքերը ժամանակից կախված ֆունկցիաներ են՝ $Q_1(t) + Q_2(t) = Q = const$:

Ջրաիջեցման հաշվարկների համար սահմանենք հետևյալ սկզբնական և եզրային պայմանները [19].

$$S_i(r, t) = 0, \quad \text{երբ } t = 0 \quad (i = 0, 1, 2) \quad (2.1)$$

$$S_i(r, t) = 0, \quad \text{երբ } t > 0 \quad r \rightarrow \infty \quad (2.2)$$

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left(\frac{\partial S_1}{\partial r} + \frac{T_2}{T_1} \frac{\partial S_2}{\partial r} \right) = -\frac{Q}{2\pi T} = const, \quad \text{երբ } t > 0 \quad (2.3)$$

որտեղ՝ $S_i(r, t)$ -ն ջրաիջեցման արժեքներն են $i = 0, 1, 2$ դեպքերում, Q -ն գումարային ելքն է, T_1 և T_2 -ը համապատասխանաբար վերին և ներքին ճնշումային ջրատար շերտերի ջրահաղորդականության գործակիցներն են:

Նշված պայմանների դեպքում ստորերկրյա ջրերի չհաստատված շարժումը, երբ առկա է նաև մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիա, նկարագրվում է (1.25), (1.27) և (1.29) դիֆերենցիալ հավասարումներով:

Այս հավասարումների լուծման համար օգտագործելով օպերացիոն հաշվարկման և Լապլասի ինտեգրալային ձևափոխման մեթոդները՝ կստանանք [27,31].

$$a_1 \left(\bar{S}_1'' + \frac{1}{r} \bar{S}_1' \right) - (p + b_1 + b_1^*) \bar{S}_1 + b_1 \bar{S}_2 + b_1^* \bar{S}_0 = 0$$

$$a_1 \left(\bar{S}_2'' + \frac{1}{r} \bar{S}_2' \right) - (p + b_2) \bar{S}_2 + b_1 \bar{S}_1 = 0 \quad (2.4)$$

$$b_0 \bar{S}_1 - (p + b_0) \bar{S}_0 = \frac{e}{p}$$

որտեղ $S(t)$ ֆունկցիան ունի հետևյալ նշանակությունը [67].

$$\bar{S}(p) = \int_0^{\infty} S(t) \exp(-pt) dt \quad (2.5)$$

p -ն կոմպլեքս թիվ է, որի իրական մասը դրական թիվ է և օգտագործվում է ինտեգրալային ձևափոխման ժամանակ:

(2.4) հավասարումների համատեղ լուծումից կատարվեն.

$$\frac{b_1^* e}{p(p + b_0)} = a_1 \left(\bar{S}_1'' + \frac{1}{r} \bar{S}_1' \right) - \frac{p^2 + \gamma_1 p + \gamma_2}{p + b_0} \bar{S}_1 + b_1 \bar{S}_2 \quad (2.6)$$

$$a_2 \left(\bar{S}_2'' + \frac{1}{r} \bar{S}_2' \right) + b_2 \bar{S}_1 - (p + b_2) \bar{S}_2 = 0 \quad (2.7)$$

որտեղ՝

$$\bar{S}_0 = \frac{b_0}{p + b_0} \bar{S}_1 - \frac{e}{p(p + b_0)}$$

$$\gamma_1 = b_1 + b_1^* + b_0 \quad \gamma_2 = b_1 b_0 \quad (2.8)$$

(2.6) և (2.7) հավասարումների համատեղ լուծման արդյունքում կստանանք ջրատար շերտերի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման համար հետևյալ բանաձևը, որտեղ հաշվի է առնված ինֆիլտրացիոն սնումը, երբ ջրհանումը կատարվում է երկու ճնշումային ջրատար շերտերից միաժամանակ [19].

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) - \frac{Q}{4\pi T} R_i^{(1)}(r, t) - \frac{\Delta H}{4T} T_1 R_i^{(2)}(r, t) + \frac{\delta_1}{4T} T_1 R_i^{(3)}(r, t) \quad (2.9)$$

որտեղ՝ $i = 0, 1, 2$

$S_{i0}(t)$ -ն որոշվում է հետևյալ բանաձևերով.

$$S_{00}(t) = \frac{(\delta_1 - d_2) e^{-\tau}}{1 - f_1 + d_2} e^{-\tau} + \frac{(k_1 \delta_1 - d_2) e^{-k_1 \tau}}{k_1^2 (1 - k_1)(k_2 - k_1)} + \frac{(k_2 \delta_1 - d_2) e^{-k_2 \tau}}{k_2^2 (1 - k_2)(k_1 - k_2)} - \left(\frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - d_1 d_2 - f_1 d_2}{d_1^2} \right) - \bar{e} (1 - e^{-\tau})$$

$$S_{10}(t) = \frac{(k_1 \delta_1 - d_2) e^{-k_1 \tau}}{k_1^2 (k_2 - k_1)} - \frac{(k_2 \delta_1 - d_2) e^{-k_2 \tau}}{k_2^2 (k_2 - k_1)} - \left(\frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - f_1 d_2}{d_1^2} \right) \quad (2.10)$$

$$S_{20}(t) = \frac{d_2 e^{-k_1 \tau}}{k_1^2(k_1 - k_2)} - \frac{d_2 e^{-k_2 \tau}}{k_2^2(k_1 - k_2)} - \frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{f_1 d_2}{d_1^2}$$

δ_1, f_1, d_1, d_2 -ը հաստատուններ են, որոնք կախված են ջրատար շերտերի հիդրոտերկրա-
բանական պայմաններից [19,44].

$$\delta_1 = B_1^{*0} \bar{e},$$

$$f_1 = 1 + B_1^0 + B_1^{*0} + B_2^0,$$

$$d_1 = B_1^{*0} + B_2^0 + B_1^{*0} B_2^0 \quad (2.11)$$

$$d_2 = B_2^0 B_1^{*0} \bar{e}$$

$$\bar{e} = \frac{e}{b_0}$$

B_1^0, B_1^{*0}, B_2^0 - ջրատար շերտերը բնութագրող չափագուրկ պարամետրեր են,

$$B_1^0 = \frac{b_1}{b_0}, B_1^{*0} = \frac{b_1^*}{b_0}, B_2^0 = \frac{b_2}{b_0} \quad (2.12)$$

τ -ն ժամանակի չափագուրկ մեծությունն է.

$$\tau = b_0 t \quad (2.13)$$

k_1, k_2 -ը համապատասխանաբար վերին և ներքին ճնշումային ջրատար շերտերի ֆիլտրացիայի գործակիցներն են, T -ն ջրատար շերտերի գումարային ջրահաղորդա-
կանությունն է՝

$$T = T_1 + T_2 = k_1 m_1 + k_2 m_2 \quad (2.14)$$

m_1, m_2 -ը համապատասխանաբար վերին և ներքին ճնշումային ջրատար շերտերի հզորություններն են, ΔH -ը ներքին և վերին ճնշումային ջրատար շերտերի պիեզոմետրիկ ճնշումների տարբերությունը.

$$\Delta H = H_2 - H_1 \quad (2.15)$$

$R_i^{(1)}(r, t), R_i^{(2)}(r, t), R_i^{(3)}(r, t)$ չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով [19].

$$R_i^{(1)}(r, t) = \frac{1}{2} \left(\int_0^{v_1} \Phi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \right. \\ \left. + \int_{v_1}^1 \Phi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \int_{v_2}^{\infty} \Phi_{i2}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho + \int_1^{\infty} \Phi_{i3}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,4)}) d\rho \right)$$

$$R_i^{(2)}(r, t) = \int_0^{v_1} F_{i1}(\rho) Bes1 d\rho - \frac{4}{\pi^2} \int_1^{v_2} F_{i2}(\rho) Bes2 d\rho +$$

$$+ \frac{2}{\pi} \left(\int_{v_2}^{\infty} F_{i3}(\rho) Bes3 d\rho - \int_1^{\infty} F_{i4}(\rho) Bes3 d\rho + \int_{v_1}^1 F_{i1}(\rho) Bes3 d\rho \right) \quad (2.16)$$

$$R_i^{(2)}(r, t) = \int_0^{v_1} \eta_{i1}(\rho) Bes1 d\rho - \frac{4}{\pi^2} \int_1^{v_2} \eta_{i2}(\rho) Bes2 d\rho +$$

$$+ \frac{2}{\pi} \left(\int_{v_2}^{\infty} \eta_{i3}(\rho) Bes3 d\rho - \int_1^{\infty} \eta_{i4}(\rho) Bes3 d\rho + \int_{v_1}^1 \eta_{i1}(\rho) Bes3 d\rho \right)$$

որտեղ՝

$$G(\rho) = \frac{1}{\rho(\rho-1)A_1(\rho)}, \quad G_1(\rho) = \frac{1}{\rho(\rho-1)A_1(\rho)}$$

$$N_{1,2}(\rho) = N(\rho) \mp A_1(\rho), \quad N(\rho) = N\rho^2 - \gamma_5\rho + \gamma_6, \quad \alpha_T = \frac{T_2}{T_1} \quad (2.17)$$

$\Phi_{i1}(\rho)$, $\Phi_{i2}(\rho)$ և $\Phi_{i3}(\rho)$ -երը կորոշվեն հետևյալ կերպ՝

$$\Phi_{01}(\rho) = \Phi_{02}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(\rho-1)(e^{-\rho\tau} - 1) + N_1(\rho)f(\tau))G(\rho)$$

$$\Phi_{03}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(\rho-1)(e^{-\rho\tau} - 1) + N_2(\rho)f(\tau))G(\rho)$$

$$\Phi_{11}(\rho) = \Phi_{12}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(1-\rho) - N_1(\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho)$$

$$\Phi_{13}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(\rho-1) + N_2(\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G(\rho) \quad (2.18)$$

$$\Phi_{21}(\rho) = \Phi_{22}(\rho) = (N_2(\rho) + 2 B_2^0(1-\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho)$$

$$\Phi_{23}(\rho) = (N_1(\rho) - 2 B_2^0(\rho-1))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho)$$

$F_{i1}(\rho)$, $F_{i2}(\rho)$, $F_{i3}(\rho)$, $F_{i4}(\rho)$ -ի արժեքները կարող ենք որոշել հետևյալ բանաձևերով [19].

$$F_{01}(\rho) = F_{02}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(\rho-1)(e^{-\rho\tau} - 1) - \alpha_T N_1(\rho)f(\tau))G(\rho)$$

$$F_{04}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(\rho-1)(e^{-\rho\tau} - 1) - \alpha_T N_2(\rho)f(\tau))G(\rho)$$

$$F_{11}(\rho) = F_{12}(\rho) = F_{13}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(1-\rho) + \alpha_T N_1(\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho) \quad (2.19)$$

$$F_{14}(\rho) = (2 A^0 B_1^0(1-\rho) + \alpha_T N_2(\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho)$$

$$F_{21}(\rho) = F_{22}(\rho) = F_{23}(\rho) = (N_2(\rho) - 2\alpha_T B_2^0(1-\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho)$$

$$F_{24}(\rho) = (N_1(\rho) - 2\alpha_T B_2^0(1-\rho))(e^{-\rho\tau} - 1)G_1(\rho)$$

$\eta_{i1}(\rho)$, $\eta_{i2}(\rho)$, $\eta_{i3}(\rho)$, $\eta_{i4}(\rho)$ մեծությունների որոշման համար կիրառվում են հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{aligned}\eta_{01}(\rho) &= \eta_{02}(\rho) = \eta_{03}(\rho) = (2 A^0 B_1^0 \varphi(k, \tau) + \alpha_T N_1(\rho) \psi(\rho, k, \tau)) G_1(\rho) \\ \eta_{04}(\rho) &= (2 A^0 B_1^0 \varphi(k, \tau) + \alpha_T N_2(\rho) \psi(\rho, k, \tau)) G_1(\rho) \\ \eta_{11}(\rho) &= \eta_{12}(\rho) = \eta_{13}(\rho) = (2 A^0 B_1^0 (1 - \rho) + \alpha_T N_1(\rho)) \varphi(k, \tau) G_1(\rho) \\ \eta_{14}(\rho) &= (2 A^0 B_1^0 (1 - \rho) + \alpha_T N_2(\rho)) \varphi(k, \tau) G_1(\rho) \\ \eta_{21}(\rho) &= \eta_{22}(\rho) = \eta_{23}(\rho) = (N_2(\rho) - 2\alpha_T B_2^0 (1 - \rho)) \varphi(k, \tau) G_1(\rho) \\ \eta_{24}(\rho) &= (N_1(\rho) - 2\alpha_T B_2^0 (1 - \rho)) \varphi(k, \tau) G_1(\rho)\end{aligned}\quad (2.20)$$

Bes1, *Bes2* և *Bes3*-ը որոշվում են [19,67].

$$\begin{aligned}Bes1 &= \frac{J_0(\bar{r}A_7^{(6)})}{K_0(\bar{r}_0A_7^{(5,6)})}, & Bes2 &= \frac{K_0(\bar{r}A_7^{(4)})J_0(\bar{r}_0A_7^{(3,4)})}{J_0^2(\bar{r}_0A_7^{(3,4)}) + Y_0^2(\bar{r}_0A_7^{(3,4)})} \\ Bes3 &= \frac{Y_0(\bar{r}A_7^{(3,4)})J_0(\bar{r}_0A_7^{(3,4)}) - Y_0(\bar{r}_0A_7^{(3,4)})J_0(\bar{r}A_7^{(3,4)})}{J_0^2(\bar{r}_0A_7^{(3,4)}) + Y_0^2(\bar{r}_0A_7^{(3,4)})}\end{aligned}\quad (2.21)$$

$\varphi(k, \tau)$ և $\psi(\rho, k, \tau)$ ֆունկցիաների արժեքները որոշվում են (2.22) բանաձևերով.

$$\begin{aligned}\varphi(k, \tau) &= \frac{(\rho - k_2) \exp(-k_1 \tau) - (\rho - k_1) \exp(-k_2 \tau) + k_2 - k_1 \exp(-\rho \tau)}{(\rho - k_1)(\rho - k_2)(k_2 - k_1)} + \\ &+ \frac{k_2 \exp(-k_1 \tau) - k_1 \exp(-k_2 \tau) + k_1 - k_2}{k_1 k_2 (k_2 - k_1)}\end{aligned}\quad (2.22)$$

$$\begin{aligned}\psi(\rho, k, \tau) &= \\ &= \frac{\sigma_1 (\exp(-\tau) - \exp(-k_1 \tau)) - \sigma_2 (\exp(-\tau) - \exp(-k_2 \tau)) + \sigma_3 (\exp(-\tau) - \exp(-\rho \tau))}{\sigma_1 (\rho - k_1)(k_1 - \rho)(k_2 - k_1)} + \\ &+ \frac{k_2 (k_2 - 1) (\exp(-k_1 \tau) - \exp(-k_2 \tau)) - k_1 (k_1 - 1) (\exp(-\tau) - \exp(-k_2 \tau)) + \sigma_3}{k_1 k_2 (k_1 - 1)(k_2 - 1)(k_2 - k_1)}\end{aligned}$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= (\rho - k_2)(\rho - k_1)(k_2 - 1), \sigma_2 = (\rho - k_1)(\rho - 1)(k_1 - 1) \\ \sigma_3 &= (k_2 - k_1)(k_2 - 1)(k_1 - 1)\end{aligned}\quad (2.23)$$

(2.9) բանաձևում չափագուրկ հիդրավլիկական դիմադրությունները $\nu_1 > 1$ դեպքում կորոշվեն հետևյալ արտահայտություններով [19].

$$\begin{aligned}
R_i^{(1)}(r, t) &= \frac{1}{2} \left(\int_0^1 \Phi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \right. \\
&+ \left. \int_{\nu_2}^{\infty} \Phi_{i2}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho - \int_{\nu_1}^{\infty} \Phi_{i3}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,5)}) d\rho \right) \\
R_i^{(2)}(r, t) &= \frac{1}{2} \left(\int_0^1 F_{i1}(\rho) Bes1 d\rho + \frac{2}{\pi} \left(\int_{\nu_2}^{\infty} F_{i2}(\rho) Bes3_1 d\rho - \int_{\nu_1}^{\infty} F_{i3}(\rho) Bes3 d\rho \right) \right. \\
&\quad \left. - \frac{4}{\pi^2} \int_{\nu_1}^{\nu_2} F_{i1}(\rho) Bes2 d\rho \right) \tag{2.24}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_i^{(3)}(r, t) &= \frac{1}{2} \left(\int_0^1 \eta_{i1}(\rho) Bes1 d\rho + \frac{2}{\pi} \left(\int_{\nu_2}^{\infty} \eta_{i2}(\rho) Bes3_1 d\rho - \int_{\nu_1}^{\infty} \eta_{i3}(\rho) Bes3 d\rho \right) \right. \\
&\quad \left. - \frac{4}{\pi^2} \int_{\nu_1}^{\nu_2} \eta_{i1}(\rho) Bes2 d\rho \right)
\end{aligned}$$

($i = 0, 1, 2$) դեպքերում, երբ $r \rightarrow r_0$ (2.9) հավասարումից կարող ենք ստանալ ջրհորում ջրաիջեցման որոշման բանաձևերը՝

$$S_i(r_0, t) = S_{i0}(t) + \frac{Q}{2\pi T} \frac{1}{2\pi T} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \left(\Phi_{i1}(\lambda) K_0(\omega_1 r_0) - \frac{\Delta H}{T} T_2 \Phi_{i2}(\lambda) + \frac{\delta_1}{T} T_2 \Phi_{i3}(\lambda) \right) e^{\lambda r} d\lambda$$

$$(i = 0, 1, 2) \tag{2.25}$$

որտեղ՝

$$\Phi_{01}(\lambda) = \Phi_{02}(\lambda) = \frac{1}{\lambda(\lambda + 1)}$$

$$\Phi_{03}(\lambda) = \frac{1}{\beta(\lambda)(\lambda + 1)}$$

$$\Phi_{11}(\lambda) = \Phi_{12}(\lambda) = \Phi_{01}(\lambda)(\lambda + 1) \tag{2.26}$$

$$\Phi_{13}(\lambda) = \Phi_{03}(\lambda)(\lambda + 1)$$

$$\Phi_{21}(\lambda) = -\Phi_{22}(\lambda) = \Phi_{11}(\lambda)$$

$$\Phi_{23}(\lambda) = -\Phi_{13}(\lambda)$$

ստեղծագրելով արժեքները կատարելով [1, 19].

$$S_0(r_0, t) = S_{00}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R_0(r_0, t) - \frac{\Delta H}{T} T_2(1 - e^{-\tau}) + \frac{\delta_1}{T} T_2 S'_{00}(t) \quad (2.27)$$

$$S_1(r_0, t) = S_{10}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R(r_0, t) - \frac{\Delta H}{T} T_2 + \frac{T_2}{T} (S_{20}(t) - S_{10}(t)) \quad (2.28)$$

$$S_2(r_0, t) = S_{20}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R(r_0, t) + \frac{\Delta H}{T} T_1 - \frac{T_1}{T} (S_{20}(t) - S_{10}(t)) \quad (2.29)$$

որտեղ՝

$$R_0(r_0, t) = \int_1^{\infty} \frac{f(\tau)}{\rho(\rho-1)} J_0(\bar{r}_0 A_7^{(3,4)}) d\rho$$

$$R(r_0, t) = \int_1^{\infty} \frac{1 - e^{-\rho\tau}}{\rho} J_0(\bar{r}_0 A_7^{(3,4)}) d\rho \quad (2.30)$$

$$\bar{r}_0 = \sqrt{\frac{b_0 r_0^2}{2A^0 a}}$$

$$S'_{00}(t) = \frac{1}{d_1} - \frac{e^{-\tau}}{1 - f_1 + d_1} + \frac{e^{-k_1\tau}}{k_1(1 - k_1)(k_1 - k_2)} + \frac{e^{-k_2\tau}}{k_2(1 - k_2)(k_2 - k_1)}$$

Օգտվելով p կոմպլեքս թվի այն հատկությունից, ըստ որի t ժամանակի մեծ արժեքներին համապատասխանում են p -ի ավելի փոքր արժեքներ և հակառակը, կարելի է ստանալ p -ի մեծ ու փոքր արժեքները բնութագրող ֆունկցիաների մեծությունները: Ընդունելով, որ $f(x)$ և $\varphi(x)$ ֆունկցիաները ասիմտոտիկորեն հավասար են եթե նրանց արգումենտները x -ից ձգտում են մի որևէ x_0 արժեքի, իսկ $f(x)/\varphi(x)$ ձգտում է միավորի $x \rightarrow x_0$ դեպքում կարող ենք գտնել p -ի մեծ ու փոքր արժեքները բնութագրող ասիմպտոտիկ հավասարումները [55,60]:

Համաձայն վերը ասվածի՝ կարող ենք ստանալ (2.9) հավասարման ասիմտոտիկ լուծումները ջրհանման մեծ ու փոքր ժամանակների համար:

Ճնշումային երկու ջրատար շերտերից միաժամանակ ջրհանման փոքր ժամանակների համար կատարվեն հետևյալ արտահայտությունները [19].

$$\begin{aligned}
S_i(r,t) = S_{i0}(t) &+ \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \left[\frac{q}{1+\alpha_T} \left(\Phi_{i1}^*(p) K_0(\alpha\sqrt{p}) - \Phi_{i2}^*(p) K_0(\beta\sqrt{p}) \right) \right. \\
&- \frac{\Delta H}{1+\alpha_T} \left(\Phi_{i3}^*(p) \frac{K_0(\alpha\sqrt{p})}{K_0(\alpha_0\sqrt{p})} - \Phi_{i4}^*(p) \frac{K_0(\beta\sqrt{p})}{K_0(\alpha_0\sqrt{p})} \right) + \frac{\delta_1}{1+\alpha_T} \\
&\left. + \left(\Phi_{i5}^*(p) \frac{K_0(\alpha\sqrt{p})}{K_0(\alpha_0\sqrt{p})} - \Phi_{i6}^*(p) \frac{K_0(\beta\sqrt{p})}{K_0(\alpha_0\sqrt{p})} \right) \right] e^{pt} dp \quad (2.31)
\end{aligned}$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned}
\Phi_{01}^*(p) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N p^2}, \quad \Phi_{02}^*(p) = \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N p^3} \\
\Phi_{03}^*(p) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N p^3} + \alpha_T \frac{b_0}{p^2}, \quad \Phi_{04}^*(p) = \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N p^3} \\
\Phi_{05}^*(p) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^4}{N p^5} + \alpha_T \frac{b_0^3}{p^4}, \quad \Phi_{06}^*(p) = \frac{A^0 B_1^0 b_0^4}{N p^5} \quad (2.32)
\end{aligned}$$

$$\Phi_{21}^*(p) = \Phi_{23}^*(p) = \Phi_{25}^*(p) = 0$$

$$\Phi_{22}^*(p) = \Phi_{24}^*(p) = \frac{1}{p}, \quad \Phi_{j6}^*(p) = \frac{b_0^2}{p^3}$$

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները կստանանք ջրաիջեցման որոշման համար հաշվարկային բանաձևեր ջրհանման փոքր ժամանակների համար [1].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R_{i\Phi}^{(1)}(r,t) - \frac{\Delta H}{T} T_1 R_{i\Phi}^{(2)}(r,t) + \frac{\delta_1}{T} T_1 R_{i\Phi}^{(3)}(r,t) \quad (2.33)$$

$$(i = 0, 1, 2)$$

Չափագորկ հիդրավիկական դիմադրությունները որոշվում են հետևյալ կերպ [65,66].

$$\begin{aligned}
R_{0\Phi}^{(1)}(r,t) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N} \left(\varphi_0 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) - \varphi_0 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) \right) - b_0 \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) \\
R_{0\Phi}^{(2)}(r,t) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N} \left(r_1^* \varphi_0' \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) - r_2^* \varphi_0' \left(\frac{(r'')^2}{A^0 a_1}, t \right) \right) + \frac{T_2}{T_1} b_0 r_1^* \varphi_1' \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) \\
R_{0\Phi}^{(3)}(r,t) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^4}{N} \left(r_1^* \varphi_3 \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) - r_2^* \varphi_3 \left(\frac{(r'')^2}{A^0 a_1}, t \right) \right) + \frac{\delta_1 b_0^3}{T} T_1 b_0 \frac{r_1^*}{2} \varphi_2 \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) \\
R_{1\Phi}^{(1)}(r,t) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0}{N} \left(\varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) - \varphi_1 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) \right) - E_i \left(-\frac{r^2}{4a_1 t} \right) \quad (2.34)
\end{aligned}$$

$$R_{1\varphi}^{(2)}(r, t) = \frac{A^0 B_1^0 b_0}{N} \left(r_1^* \varphi_1' \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) - r_2^* \varphi_1' \left(\frac{(r'')^2}{A^0 a_1}, t \right) \right) + \frac{T_2}{T_1} r_1^* \operatorname{Erf} \left(\sqrt{\frac{(r')^2}{4a_1 T}} \right)$$

$$R_{1\varphi}^{(3)}(r, t) = \frac{A^0 B_1^0 b_0^3}{N} \left(\frac{r_1^*}{2} \varphi_2 \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) - \frac{r_2^*}{2} \varphi_2 \left(\frac{(r'')^2}{A^0 a_1}, t \right) \right) + \frac{T_2}{T_1} b_0^2 r_1^* \varphi_0 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right)$$

$$R_{2\varphi}^{(1)}(r, t) = -E_i \left(-\frac{r^2}{4A^0 a_1 t} \right)$$

$$R_{2\varphi}^{(2)}(r, t) = -r_2^* \operatorname{Erf} \left(\sqrt{\frac{(r'')^2}{4A^0 a_1 T}} \right)$$

$$R_{2\varphi}^{(3)}(r, t) = -r_2^* b_0^2 \varphi_0' \left(\frac{(r'')^2}{A^0 a_1}, t \right)$$

որտեղ՝

$$\varphi_0 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = \int_0^t (t-u) E_i \left(-\frac{r^2}{4a_1 u} \right) du$$

$$\varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = \int_0^t E_i \left(-\frac{r^2}{4a_1 u} \right) du$$

$$\varphi_0' \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = \int_0^t (t-u) \operatorname{Erf} \left(\sqrt{\frac{r^2}{4a_1 u}} \right) du \quad (2.35)$$

$$\varphi_1' \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = \int_0^t \operatorname{Erf} \left(\sqrt{\frac{r^2}{4a_1 u}} \right) du$$

$$\varphi_2 \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) = \int_0^t (t-u)^2 \operatorname{Erf} \left(\sqrt{\frac{(r')^2}{4a_1 u}} \right) du$$

$$\varphi_3 \left(\frac{(r')^2}{a_1}, t \right) = \int_0^t (t-u)^3 \operatorname{Erf} \left(\sqrt{\frac{(r')^2}{4a_1 u}} \right) du$$

$S_{i0}(t)$ -ն որոշվում է հետևյալ բանաձևերով [1].

$$S_{00}(t) = -\frac{\delta_1 b_0^3 t^3}{6} - \bar{\epsilon} b_0 t$$

$$S_{10}(t) = -\frac{\delta_1 b_0^2 t^2}{2} \quad (2.36)$$

$$S_{20}(t) = -\frac{d_2 b_0^3 t^3}{6}$$

որտեղ δ_1 , \bar{e} , d_2 -ը որոշվում են (2.11) բանաձևերով:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ ջրհանման փոքր ժամանակամիջոցների դեպքում ինֆիլտրացիայի ազդեցությունը բավականին փոքր է, ապա այն կարող ենք այս դեպքում անտեսել և (2.33) բանաձևը կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$S_i(r, t) = \frac{Q}{4\pi T} R_{i\Phi}^{(1)}(r, t) - \frac{\Delta H}{T} T_1 R_{i\Phi}^{(2)}(r, t) \quad (2.37)$$

Ջրհանման փոքր ժամանակների համար ջրաիջեցման արժեքները կորոշվեն հետևյալ կերպ [19].

$$S_1(r, t) = S_{10}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R(r_0, t) - \frac{\Delta H}{T} T_2 + \frac{T_2}{T} (S_{20}(t) - S_{10}(t)) \quad (2.38)$$

$$S_2(r_0, t) = S_{20}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R(r_0, t) + \frac{\Delta H}{T} T_1 - \frac{T_1}{T} (S_{20}(t) - S_{10}(t)) \quad (2.39)$$

որտեղ՝

$$R(r_0, t) = -E_i\left(\frac{r_0^2}{4A^0 a_1 t}\right) \quad (2.40)$$

Ջրհանման մեծ ժամանակների համար ջրաիջեցման արժեքները ջրատար շերտերի ցանկացած կետում կորոշվեն հետևյալ բանաձևով [1].

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R_\delta(r, t) + \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1}\right) \left(MR_\delta(r, t) + M_1 K_0 \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} \right) \quad (2.41)$$

($i = 0, 1, 2$)

որտեղ՝

$$M = \frac{Q}{4\pi T} + \frac{1}{2Tc\beta_0} (A^0 B_1^0 T_1 - B_2^0 T_2) \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1} \right) \quad (2.42)$$

$$M_1 = \frac{A^0 B_1^0 \delta^*}{c \delta_0} \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1} \right) \quad (2.43)$$

$$M_2 = \frac{B_2^0 \delta^*}{c \delta_0} \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1} \right) \quad (2.44)$$

A^0 , β_0 և C պարամետրերի որոշման համար օգտագործվում են հետևյալ բանաձևերը.

$$A^0 = \frac{a_2}{a_1}$$

$$\beta_0 = K_0 \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} \quad (2.45)$$

$$c = A^0 B_1^0 + B_2^0$$

$S_{i0}(t)$ -ն ($i = 0,1,2$) դեպքերում որոշվում է հետևյալ արտահայտություններով [1,19].

$$\begin{aligned} S_{00}(t) &= -\left(\frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - d_1 d_2 - f_1 d_2}{d_1^2} + \bar{e}\right) \\ S_{10}(t) &= -\left(\frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - f_1 d_2}{d_1^2}\right) \\ S_{20}(t) &= -\left(\frac{d_2}{d_1} \tau - \frac{f_1 d_2}{d_1^2}\right) \end{aligned} \quad (2.46)$$

$R_\delta(r,t)$ չափագուրկ հիդրավլիկական դիմադրությունները կորոշվեն.

$$R_\delta(r,t) = -E_i \left(-\frac{r^2}{4a^*t} \right), \quad (2.47)$$

$$R_\delta(r_0,t) = \ln \frac{2,25a^*t}{r_0^2} \quad (2.48)$$

a^* - պիեզոհաղորդականության բերված գործակիցն է և որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$a^* = \frac{T}{\mu^*} \quad (2.49)$$

μ^* -ն ջրատվության բերված գործակիցն է.

$$\mu^* = \mu_0^* + \mu_1^* + \mu_2^* \quad (2.50)$$

μ_0^*, μ_1^* և μ_2^* -ը համապատասխանաբար վերին ծածկույթային, վերին և ներքին ճնշումային ջրատար շերտերի ջրատվության գործակիցներն են:

Կատարելով ձևափոխություններ (2.41) բանաձևում և հաշվի առնելով ինֆիլտրացիոն սնումը՝ ջրաիջեցումների համար կունենանք (2.51) բանաձևերը [1,19,21].

$$\begin{aligned} S_0(r_0,t) &= S_{00}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R_\delta(r_0,t) - \frac{T_2}{T} \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1} \right) \\ S_1(r_0,t) &= S_{10}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R_\delta(r_0,t) - \frac{T_2}{T} \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1} \right) \\ S_2(r_0,t) &= S_{20}(t) + \frac{Q}{4\pi T} R_\delta(r_0,t) + \frac{T_1}{T} \left(\Delta H - \frac{\delta_1}{d_1} \right) \end{aligned} \quad (2.51)$$

2.2 Ջրաիջեցման հաշվարկները ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնից ջրհանման պայմաններում

Ներքին ճնշումային ջրատար շերտում ստորերկրյա ջրերի չհաստատված շարժումը նկարագրվում է (1.27) հավասարմամբ: Ջրաիջեցման հաշվարկների համար, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն ներքին ճնշումային ջրատար շերտից, սահմանենք հետևյալ սկզբնական և եզրային պայմանները [19].

$$S_i(r, t) = 0, \quad \text{երբ } t = 0 \quad (i = 0, 1, 2) \quad (2.52)$$

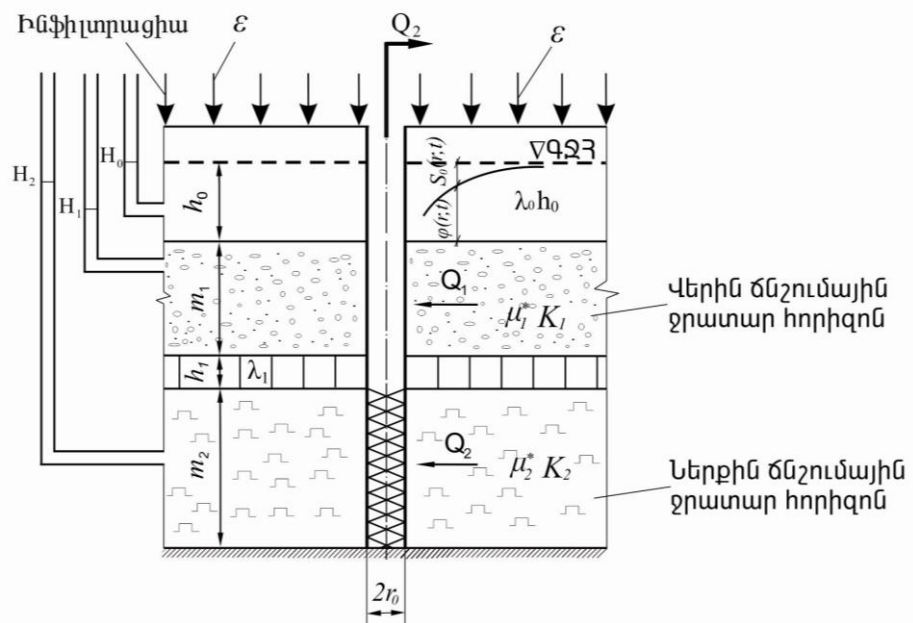
$$S_i(r, t) = 0, \quad \text{երբ } t > 0 \quad r \rightarrow \infty \quad (2.53)$$

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left(\frac{\partial S_2}{\partial r} \right) = - \frac{Q_2}{2\pi T_2} = \text{const}, \quad \text{երբ } t > 0, r \rightarrow r_0 \quad (2.54)$$

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left(\frac{\partial S_1}{\partial r} \right) = 0, \quad t > 0$$

Ջրաիջեցման հաշվարկների համար հաշվի է առնվում մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան, հաշվարկային սխեման պատկերված է նկ.2.1-ում:

(2.54) պայմանը ցույց է տալիս, որ ներքին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանումը իրականացվում է հաստատուն ելքով:



**Նկ.2.1. Ներքին ճնշումային ջրատար շերտից ուղղաձիգ դրենաժով
ջրհանման սխեման**

$$\text{Սակայն երբ ջրհանումը կատարվում է ինքնաշատրվանման միջոցով,} \quad (2.54)$$

պայմանը կարելի է սահմանել հետևյալ տեսքով.

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left(\frac{\partial S_2}{\partial r} \right) = - \frac{Q_0 e^{-qt}}{2\pi T_2}, \quad \text{երբ } t > 0 \quad (2.55)$$

որտեղ՝ Q_0 -ն ջրհորից շատրվանող սկզբնական ելքն է, t -ն ջրհանման տևողությունն է, T_2 -ը ներքին ճնշումային ջրատար շերտի ջրահաղորդականությունն է, q -ն ցուցիչ է, որը ստացվում է փորձնական տվյալների հիման վրա: Այդ փորձնական տվյալները ստացված և արդյունքները մշակված են [19] աշխատանքում:

(2.55) պայմանը ճիշտ է միայն մեծ ճնշում ունեցող ինքնաշատրվանող ջրհորների համար: Համաձայն այս պայմանի ինքնաշատրվանող ջրհորի ելքը ժամանակի ընթացքում նվազում է էքսպոնենցիալ օրենքով:

Լուծելով (2.4) հավասարումները սահմանված սկզբնական և եզրային պայմանների դեպքում օգտագործելով օպերացիոն հաշվարկման մեթոդը՝ կարող ենք գրել [31].

$$\bar{S}_1 = c_1 k_0(\omega_1 r) + c_2 k_0(\omega_2 r) + \bar{S}_{10} \quad (2.56)$$

$$\bar{S}_2 = c_1 \lambda_1 k_0(\omega_1 r) + c_2 \lambda_2 k_0(\omega_2 r) + \bar{S}_{20}$$

որտեղ՝

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{b_0 (a_0 \lambda^2 + b \lambda + c + f(\lambda))}{2a_2 (\lambda + 1)}} \quad (2.57)$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{b_0 (a_0 \lambda^2 + b \lambda + c - f(\lambda))}{2a_2 (\lambda + 1)}}$$

$$\lambda_1 = \frac{N \lambda^2 + \gamma_5 \lambda + \gamma_6 - f(\lambda)}{2A^0 B_1^0 (\lambda + 1)} \quad (2.58)$$

$$\lambda_2 = \frac{N \lambda^2 + \gamma_5 \lambda + \gamma_6 + f(\lambda)}{2A^0 B_1^0 (\lambda + 1)}$$

$$c_1 = - \frac{Q_2}{2\pi T_2} \frac{1}{\lambda(\lambda + 1)} \quad (2.59)$$

$$c_2 = \frac{Q_2}{2\pi T_2} \frac{1}{\lambda(\lambda + 1)}$$

(2.57), (2.58) և (2.59) բանաձևերում a_0 , b , λ , N , γ_5 , γ_6 պարամետրերի որոշման համար օգտագործվում են հետևյալ բանաձևերը [1,23].

$$a_0 = A^0 + 1$$

$$b = 1 + B_2^0 + A^0(1 + B_1^0 + B_1^{*0})$$

$$\lambda = \frac{\rho}{b_0}$$

$$N = A^0 - 1 \quad (2.60)$$

$$\gamma_5 = A^0(1 + B_1^0 + B_1^{*0}) - (1 - B_2^0)$$

$$\gamma_6 = A^0 B_1^0 - B_2^0$$

Տեղադրելով ստացված արժեքները (2.54) պայմանի համար կստանանք՝

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{\bar{Q}_2}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} (\Phi_{i1}(\lambda)K_0(\omega_1 r) - \Phi_{i2}(\lambda)K_0(\omega_2 r))e^{\lambda r} d\lambda$$

$$(i = 0, 1, 2) \quad (2.61)$$

որտեղ՝

$$\Phi_{01}(\lambda) = \Phi_{02}(\lambda) = \frac{A^0 B_1^0}{\lambda f(\lambda)}$$

$$\Phi_{03}(\lambda) = \frac{1}{\beta(\lambda)(\lambda + 1)}$$

$$\Phi_{21}(\lambda) = \Phi_{22}(\lambda) = \frac{1}{2(\lambda)}(\varphi(\lambda) \mp 1) \quad (2.62)$$

$$\Phi_{13}(\lambda) = \Phi_{03}(\lambda)(\lambda + 1)$$

$$\Phi_{21}(\lambda) = -\Phi_{22}(\lambda) = \Phi_{11}(\lambda)$$

$$\bar{Q}_2 = -\frac{Q_2}{2\pi T_2}$$

$$\varphi(\lambda) = \frac{N(\lambda^2 + \gamma_5 \lambda - \gamma_6)}{f(\lambda)}$$

(2.55) պայմանի դեպքում [20].

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{\bar{Q}_0}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} (\Phi_{i1}^*(\lambda)K_0(\omega_1 r) - \Phi_{i2}^*(\lambda)K_0(\omega_2 r))e^{\lambda r} d\lambda$$

$$(i = 0, 1, 2) \quad (2.63)$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned}\Phi_{01}^*(\lambda) &= \Phi_{02}^*(\lambda) = \frac{A^0 B_1^0}{(\lambda + \bar{q})f(q)} \\ \Phi_{11}^*(\lambda) &= \Phi_{12}^*(\lambda) = \Phi_{01}^*(\lambda)(\lambda + 1) \\ \Phi_{21}^*(\lambda) &= \Phi_{22}^*(\lambda) = \frac{1}{2(\lambda + \bar{q})}(\varphi(\lambda) \mp 1)\end{aligned}\quad (2.64)$$

$$\bar{Q}_0 = -\frac{Q_0}{2\pi T_0}$$

Հաշվի առնելով ստացված արժեքները՝ (2.56) բանաձևերից կատանանք ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման բանաձևը ջրատար շերտի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին, երբ ջրհանումը կատարվում է ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնից: (2.54) պայմանի դեպքում այն կունենա հետևյալ տեսքը [1,23].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_2}{4\pi T_2} R_i^{\bar{q}}(r,t) \quad (i = 0,1,2) \quad (2.65)$$

որտեղ՝ $R_i^{\bar{q}}(r,t)$ -ը կորոշվի՝

$$\begin{aligned}R_i^{\bar{q}}(r,t) &= \int_0^{v_1} \psi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \\ &+ \left(\int_{v_2}^{\infty} \psi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho - \int_1^{\infty} \psi_{i2}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,4)}) d\rho + \int_{v_1}^1 \psi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho \right)\end{aligned}\quad (2.66)$$

(2.66)-ում ներառված են հետևյալ արտահայտությունները.

$$\begin{aligned}\psi_{01}(\rho) &= \psi_{01}(\rho) = \psi_{03}(\rho) = A^0 B_1^0 (e^{-\rho\tau} - 1) G_1(\rho) \\ \psi_{11}(\rho) &= \psi_{12}(\rho) = \psi_{13}(\rho) = \psi_{01}(\rho)(1 - \rho) \\ \psi_{21}(\rho) &= \psi_{22}(\rho) = \frac{1}{2} N_2(\rho) (e^{-\rho\tau} - 1) G_1(\rho) \\ \psi_{23}(\rho) &= \frac{1}{2} N_1(\rho) (e^{-\rho\tau} - 1) G_1(\rho)\end{aligned}\quad (2.67)$$

$$G_1(\rho) = \frac{1}{\rho A_1(\rho)}$$

$$N_{1,2}(\rho) = N(\rho) \pm A_1(\rho),$$

$$N(\rho) = N\rho^2 - \gamma_5\rho + \gamma_6$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned}
A_7^{(3,4)}(\rho) &= \frac{A_2^{(3,4)}}{\sqrt{\rho-1}} \\
A_7^{(3)}(\rho) &= \frac{A_2(\rho)}{\sqrt{\rho-1}} \\
A_7^{(6)}(\rho) &= \frac{A_3(\rho)}{\sqrt{1-\rho}}
\end{aligned} \tag{2.68}$$

\bar{r} -ն որոշվում է (2.27) բանաձևով:

Ջրաիջեցման արժեքները ջրհորում $Q_2 = \text{const}$ պայմանի դեպքում կարելի է որոշել հետևյալ կերպ [19].

$$S_2(r_0, t) = S_{20}(t) + \frac{Q_2}{4\pi T_2} R_i^6(r_0, t) \quad (i = 0, 1, 2) \tag{2.69}$$

որտեղ`

$$R_i^6(r_0, t) = \int_1^\infty \frac{1 - e^{-\rho\tau}}{\rho} J_0(\bar{r}_0 A_7^{(3,4)}) d\rho, \quad \bar{r}_0 = \sqrt{\frac{b_0 r_0^2}{2A^0 a_1}} \tag{2.70}$$

Չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները $\nu_2 > \nu_1 > 1$ պայմանի համար կորոշվեն հետևյալ կերպ.

$$\begin{aligned}
R_i^6(r, t) &= \int_0^1 \psi_{i1}(\rho) J_0(r A_7^{(6)}) d\rho - \int_{\nu_1}^\infty \psi_{i3}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,5)}) d\rho + \int_{\nu_2}^\infty \psi_{i4}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho \\
(i = 0, 1, 2) & \tag{2.71}
\end{aligned}$$

որտեղ`

$$\begin{aligned}
\psi_{01}(\rho) &= \psi_{02}(\rho) = \psi_{03}(\rho) = \psi_{04}(\rho) = (e^{-\rho\tau} - 1) G_1(\rho) A^0 B_1^0 \\
\psi_{11}(\rho) &= \psi_{12}(\rho) = \psi_{13}(\rho) = \psi_{14}(\rho) = \psi_{01}(\rho) (1 - \rho) \\
\psi_{21}(\rho) &= \psi_{22}(\rho) = \psi_{23}(\rho) = \frac{1}{2} N_2(\rho) (e^{-\rho\tau} - 1) G_1(\rho) \\
\psi_{24}(\rho) &= \psi_{23}(\rho) = \frac{N_1(\rho)}{N_2(\rho)}
\end{aligned} \tag{2.72}$$

Ժամանակի ցանկացած պահին, երբ ջրհանումը կատարվում է ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնից (2.55) պայմանի դեպքում ($\nu_1 < 1$) ջրաիջեցման բանաձևը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_0}{4\pi T_2} R_i^{(6)*}(r,t) \quad (i = 0,1,2) \quad (2.73)$$

Չափագործի հիդրավիկական դիմադրությունները այս դեպքում կորոշվեն [20].

$$\begin{aligned} R_i^{(6)*}(r,t) = & A^0 B_1^0 \left(\int_0^{\bar{q}} \psi_{i1}^*(\rho) J_0(r A_7^{(6)}) d\rho + \right. \\ & + \int_{\bar{q}}^{v_1} \psi_{i1}^*(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \int_{v_2}^{\infty} \psi_{i2}^*(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho - \int_1^{\infty} \psi_{i3}^*(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,4)}) d\rho \left. \right) + \\ & \int_{v_1}^{\infty} \psi_{i1}^*(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho \end{aligned} \quad (2.74)$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned} \psi_{01}^*(\rho) = \psi_{02}^*(\rho) = \psi_{03}^*(\rho) &= \frac{A^0 B_1^0 (e^{-\bar{q}\tau} - e^{-\rho\tau})}{A_1(\rho)(\bar{q} - \rho)} \\ \psi_{11}^*(\rho) = \psi_{12}^*(\rho) = \psi_{13}^*(\rho) &= \psi_{01}^*(\rho)(1 - \rho) \\ \psi_{21}^*(\rho) = \psi_{22}^*(\rho) &= \frac{N_2(\rho)(e^{-\bar{q}\tau} - e^{-\rho\tau})}{2A_1(\rho)(\bar{q} - \rho)} \\ \psi_{23}^*(\rho) &= \frac{N_1(\rho)(e^{-\bar{q}\tau} - e^{-\rho\tau})}{2A_1(\rho)(\bar{q} - \rho)} \end{aligned} \quad (2.74)$$

$$v_1 = 0.5 \left(\gamma_3 - \sqrt{\gamma_3^2 - 4\gamma_4} \right)$$

$$v_2 = 0.5 \left(\gamma_3 + \sqrt{\gamma_3^2 - 4\gamma_4} \right)$$

$Q_2 = Q_0 e^{-q\tau}$ պայմանի դեպքում ջրաիջեցումը ջրհորում կորոշվի [1]

$$S_2(r_0,t) = S_{20}(t) + \frac{Q_0}{4\pi T_2} R_i^{(6)*}(r_0,t) \quad (2.76)$$

որտեղ՝

$$R_i^{(6)*}(r_0,t) = \int_1^{\infty} \frac{e^{-\bar{q}\tau} - e^{-\rho\tau}}{\rho - \bar{q}} J_0(\bar{r}_0 A^{(3,4)}) d\rho, \quad (2.77)$$

Չափագործի հիդրավիկական դիմադրությունները $v_2 > v_1 > 1$ պայմանի դեպքում կլինեն.

$$R_i^{6*}(r,t) = \int_0^{\bar{q}} \psi_{i1}^*(\rho) J_0(rA_7^{(6)}) d\rho + \int_{\bar{q}}^1 \psi_{i2}^*(\rho) J_0(\bar{r}A_7^{(6)}) d\rho - \int_{v_1}^{\infty} \psi_{i3}^*(\rho) J_0(\bar{r}A_7^{(3,5)}) d\rho + \int_{v_2}^{\infty} \psi_{i4}^*(\rho) J_0(\bar{r}A_7^{(3)}) d\rho \quad (2.78)$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned} \psi_{01}^*(\rho) = \psi_{02}^*(\rho) = \psi_{03}^*(\rho) = \psi_{04}^*(\rho) &= \frac{A^0 B_1^0 (e^{-\bar{q}\tau} - e^{-\rho\tau})}{A_1(\rho)(\bar{q} - \rho)} \\ \psi_{11}^*(\rho) = \psi_{12}^*(\rho) = \psi_{13}^*(\rho) = \psi_{14}^*(\rho) &= \psi_{01}^*(\rho)(1 - \rho) \\ \psi_{21}^*(\rho) = \psi_{22}^*(\rho) = \psi_{23}^*(\rho) = \psi_{24}^*(\rho) &= \frac{N_{2,1}(\rho)(e^{-\bar{q}\tau} - e^{-\rho\tau})}{2A_1(\rho)(\bar{q} - \rho)} \end{aligned} \quad (2.79)$$

Ջրհանման փոքր ժամանակամիջոցների համար ներքին ճնշումային շերտից ջրհանման պայմաններում ջրաիջեցման համար կատանանք [23].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{\bar{Q}_2}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \Phi_i(\rho) e^{p\tau} dp \quad (2.80)$$

որտեղ՝

$$\begin{aligned} \Phi_0(\rho) &= \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N\rho} (K_0(\alpha\sqrt{\rho}) - K_0(\beta\sqrt{\rho})) \\ \Phi_1(\rho) &= \Phi_0(\rho) \frac{\rho}{b_0} \\ \Phi_2(\rho) &= -\frac{1}{\rho} K_0(\beta\sqrt{\rho}) \end{aligned} \quad (2.81)$$

Այստեղից կարող ենք ստանալ հաշվարկային բանաձևեր բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրի ցանկացած կետում ջրաիջեցման հաշվարկման համար ջրհանման փոքր ժամանակների դեպքում [1,21,23].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_0}{4\pi T_2} R_{i\Phi}^6(r,t) \quad (i = 0,1,2) \quad (2.82)$$

որտեղ՝ $R_{i\Phi}^6(r,t)$ չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$R_{0\Phi}^6(r,t) = \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N} \left(\varphi_0 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) - \varphi_0 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) \right)$$

$$R_{1\varphi}^{\bar{a}}(r, t) = \frac{A^0 B_1^0 b_0}{N} \left(\varphi_1 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) - \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) \right) \quad (2.83)$$

$$R_{2\varphi}^{\bar{a}}(r, t) = E_i \left(-\frac{r^2}{4A^0 a_1 t} \right)$$

$S_{i0}(t)$ -ն որոշվում է (2.36), իսկ $\varphi(r^2/a_1, t)$ մեծությունները (2.35) բանաձևերով:

Ջրաիջեցումը ջրհորում կլիմի.

$$S_{2\varphi}^{\bar{a}}(r_0, t) = -\frac{Q_2}{4\pi T_2} E_i \left(-\frac{r_0^2}{4A^0 a_1 t} \right) \quad (2.84)$$

Ջրհանման մեծ ժամանակամիջոցների համար կարող ենք գրել.

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_2}{2\pi T_2} \frac{A^0 B_1^0}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \frac{e^{\lambda\tau}}{c\lambda} (\beta - K_0(v\sqrt{\lambda})) d\lambda$$

$$S_2(r, t) = S_{20}(t) + \frac{Q_2}{2\pi T_2} \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \frac{e^{\lambda\tau}}{c\lambda} (\beta B_2^0 + A^0 B_1^0 K_0(v\sqrt{\lambda})) d\lambda \quad (2.85)$$

($i = 0, 1, 2$)

Ստացված արտահայտություններից ջրհանման մեծ ժամանակամիջոցների համար $Q_2 = \text{const}$ պայմանի դեպքում ջրաիջեցման համար կարող ենք գրել հետևյալ հավասարումը [23].

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{A^0 B_1^0}{c} \frac{Q_2}{4\pi T_2} \left(R_{\delta}(r, t) + U_i^{\bar{a}} K_0 \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} \right) \quad (i = 0, 1, 2) \quad (2.86)$$

որտեղ՝

$$U_0^{\bar{a}} = U_1^{\bar{a}} = -2$$

$$U_2^{\bar{a}} = \frac{2B_2^0}{A^0 B_1^0} \quad (2.87)$$

Ջրհորում ջրաիջեցումը այս դեպքում կորոշվի [1,21].

$$S_2(r_0, t) = S_{20}(t) + \frac{Q_2}{4\pi T_2} R_{\delta}^{\bar{a}}(r_0, t) \quad (i = 0, 1, 2) \quad (2.88)$$

$R_{\delta}(r, t)$ չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները որոշվում են (2.48) բանաձևով:

Ջրհանման մեծ ժամանակների համար ջրաիջեցման բանաձևերը $Q_2 = Q_0 e^{-qt}$ պայմանի դեպքում կրնդունեն հետևյալ տեսքը.

$$S_0(r,t) = S_{00}(t) + \frac{Q_0}{4\pi T_2} R_0^{i*}(r,t)$$

$$S_1(r,t) = S_{10}(t) + \frac{Q_0}{4\pi T_2} R_1^{i*}(r,t) \quad (2.89)$$

$$S_2(r,t) = S_{20}(t) + \frac{Q_0}{4\pi T_2} R_{2\delta}^{i*}(r,t)$$

որտեղ՝

$$R_i^{i*}(r,t) = \frac{e^{-r^2/(4a^*t)}}{2c} - \frac{e^{-qt}}{c} K_0 \sqrt{\frac{r^2 cb_0}{A^0 a_1}} \quad (i = 0,1) \quad (2.90)$$

$$R_{2\delta}^{i*}(r,t) = \frac{A^0 B_1^0}{2c} e^{-r^2/(4a^*t)} + \frac{B_2^0 e^{-qt}}{c} K_0 \sqrt{\frac{r^2 cb_0}{A^0 a_1}}$$

2.3 Ջրաիջեցման հաշվարկները վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնից ջրհանման պայմաններում

Վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնում ստորերկրյա ջրերի շիաստատված շարժումը նկարագրվում է (1.25) հավասարմամբ: Ջրաիջեցման հաշվարկների համար սահմանենք հետևյալ սկզբնական և եզրային պայմանները [1,19].

$$S_i(r,t) = 0, \quad \text{երբ } t = 0 \quad (i = 0,1,2) \quad (2.91)$$

$$S_i(r,t) = 0, \quad \text{երբ } t > 0 \quad r \rightarrow \infty \quad (2.92)$$

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left(\frac{\partial S_1}{\partial r} \right) = -\frac{Q_1}{2\pi T_1} = \text{const}, \quad \text{երբ } t > 0, r \rightarrow r_0 \quad (2.93)$$

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left(\frac{\partial S_2}{\partial r} \right) = 0$$

Վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանումը կատարվում է հաստատուն ելքով: Հաշվարկային սխեման պատկերված է նկ. 2.2-ում:

(1.25) հավասարումը սահմանված սկզբնական և եզրային պայմանների դեպքում օպերացիոն հաշվարկման մեթոդով լուծելով կարող ենք գրել [27].

$$\bar{S}_1 = c_1 k_0(\omega_1 r) + c_2 k_0(\omega_2 r) + \bar{S}_{10} \quad (2.94)$$

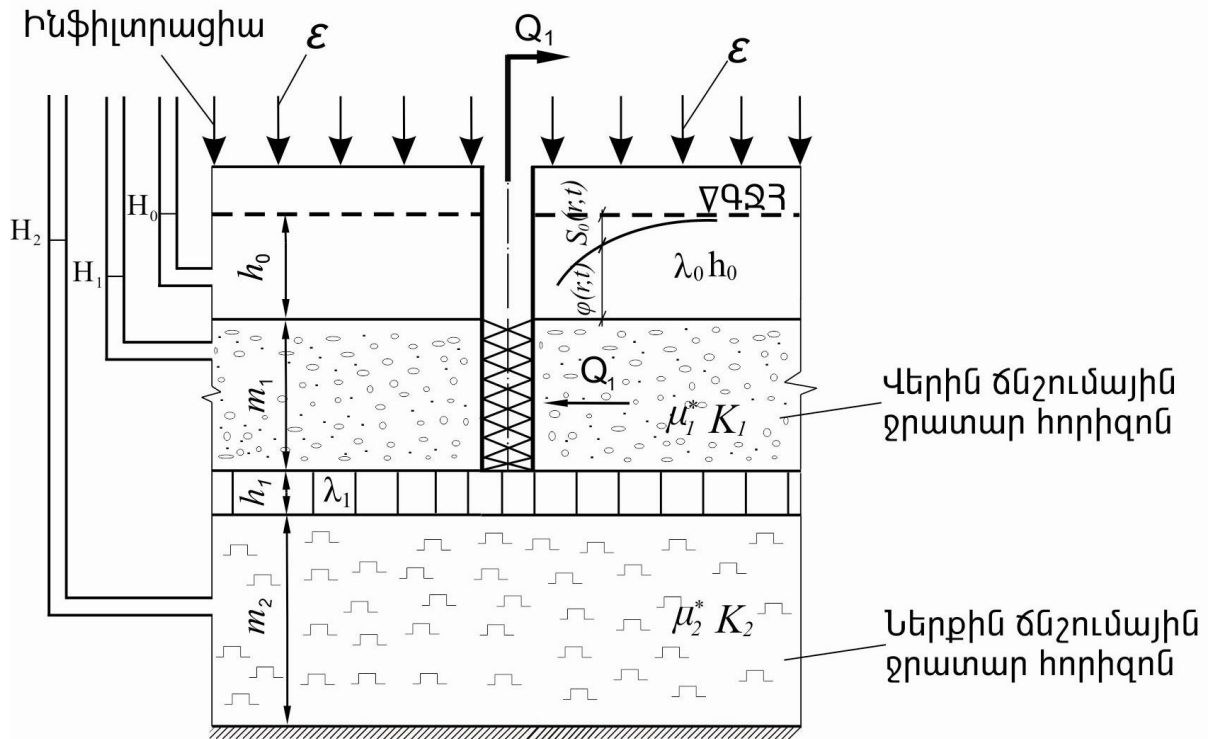
$$\bar{S}_2 = c_1 \lambda_1 k_0(\omega_1 r) + c_2 \lambda_2 k_0(\omega_2 r) + \bar{S}_{20}$$

որտեղ՝ $\omega_{1,2}$ -երը որոշվում են (2.57), իսկ $\lambda_{1,2}$ -երը (2.58) բանաձևով:

$c_{1,2}$ հաստատունները որոշվում են հետևյալ արտահայտություններով.

$$c_1 = \frac{Q_1}{2\pi T_1 \lambda (\lambda_2 - \lambda_1)} \lambda_1 \quad (2.95)$$

$$c_2 = -\frac{Q_1}{2\pi T_1 \lambda (\lambda_2 - \lambda_1)} \lambda_2$$



Նկ.2.2. Վերին ճնշումային ջրատար շերտից ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման սխեման

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները (2.94)-ի մեջ կստանանք [24].

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{\bar{Q}_1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} (\Phi_{i1}^{\downarrow}(\lambda) K_0(\omega_1 r) - \Phi_{i2}^{\downarrow}(\lambda) K_0(\omega_2 r)) e^{\lambda \tau} d\lambda$$

$$(i = 0, 1, 2) \quad (2.96)$$

որտեղ՝

$$\Phi_{01}^{\downarrow}(\lambda) = \Phi_{02}^{\downarrow}(\lambda) = \frac{1}{2\lambda(\lambda + 1)} (\varphi(\lambda) \pm 1)$$

$$\Phi_{11}^{\downarrow}(\lambda) = \Phi_{12}^{\downarrow}(\lambda) = \Phi_{01,2}^{\downarrow}(\lambda) (\lambda + 1)$$

$$\Phi_{21}^{\text{II}}(\lambda) = \Phi_{22}^{\text{II}}(\lambda) = -\frac{B_2^0(\lambda+1)}{\lambda f(\lambda)} \quad (2.97)$$

$$\bar{Q}_1 = -\frac{Q_1}{2\pi T_1}$$

Օգտագործելով ստացված արդյունքները՝ կարող ենք գրել ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման բանաձևը ջրատար շերտի ցանկացած կետի համար ժամանակի ցանկացած պահին, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն վերին ճնշումային հորիզոնից հաստատուն ելքով [113].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_1}{4\pi T_1} R_i^{\text{II}}(r,t) \quad (i = 0,1,2) \quad (2.98)$$

որտեղ $S_{i0}(t)$ -ն որոշվում է (2.10) բանաձևերով:

$R_i^{\text{II}}(r,t)$ -ն որոշվում է՝

$$R_i^{\text{II}}(r,t) = \frac{1}{2} \left(\int_0^{v_1} \varphi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \int_{v_1}^1 \varphi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho - \int_{v_2}^{\infty} \varphi_{i2}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho + \int_1^{\infty} \varphi_{i3}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,4)}) d\rho \right) \quad (2.99)$$

(2.99)-ում ներառված են հետևյալ արտահայտությունները՝

$$\varphi_{03}(\rho) = -\varphi_{02}(\rho) N_1(\rho) f(\tau) G(\rho)$$

$$\varphi_{13}(\rho) = N_2(\rho) G_1(\rho) (1 - e^{-\rho\tau})$$

$$\varphi_{03}(\rho) = N_2(\rho) f(\tau) G(\rho)$$

$$\varphi_{11}(\rho) = -\varphi_{12}(\rho) = N_1(\rho) G_1(\rho) (1 - e^{-\rho\tau})$$

$$\varphi_{21}(\rho) = 2 B_2^0 (1 - \rho) G_1(\rho) (1 - e^{-\rho\tau})$$

$$\varphi_{22}(\rho) = \varphi_{23}(\rho) = -\varphi_{21}(\rho) \quad (2.100)$$

$$G_1(\rho) = \frac{1}{p A_1(\rho)}$$

$$G(\rho) = \frac{G_1(\rho)}{\rho - 1}$$

$$N_{1,2}(\rho) = N(\rho) \mp A_1(\rho),$$

$$N(\rho) = N\rho^2 - \gamma_5\rho + \gamma_6$$

$$f(\tau) = \rho(1 - e^{-\rho\tau}) + e^{-\rho\tau} - 1$$

Ջրհորում ջրաիջեցման համար ընդունելով, որ $r \rightarrow r_0 \rightarrow 0$, կարող ենք գրել.

$$S_i(r_0, t) = S_{i0}(t) + \frac{\bar{Q}_1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \frac{e^{\lambda\tau}}{\lambda} K_0(\omega_1 r) d\lambda \quad (2.101)$$

որտղից կստանանք.

$$S_i(r_0, t) = S_{i0}(t) + \frac{Q_1}{4\pi T_1} R^{\downarrow}(r_0, t) \quad (i = 0, 1, 2) \quad (2.102)$$

որտեղ՝

$$R^{\downarrow}(r_0, t) = \int_1^{\infty} \frac{1 - e^{-\rho\tau}}{\rho} J_0(\bar{r}_0 A_7^{(3,4)}) d\rho \quad (2.103)$$

Ծածկող շերտում առավելագույն ջրաիջեցումը կլինի [1].

$$S_0(r_0, t) = S_{00}(t) + \frac{Q_1}{4\pi T_1} R_0^{\downarrow}(r_0, t) \quad (2.104)$$

որտեղ՝

$$R_0^{\downarrow}(r_0, t) = \int_1^{\infty} \frac{f(\tau)}{\rho(\rho - 1)} J_0(\bar{r}_0 A_7^{(3,4)}) d\rho \quad (2.105)$$

Չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունների համար, երբ $\nu_2 > \nu_1 > 1$ կարող ենք գրել՝

$$R_i^{\downarrow}(r, t) = \frac{1}{2} \left(\int_0^1 \varphi_{i1}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(6)}) d\rho + \int_{\nu_2}^{\infty} \varphi_{i2}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3)}) d\rho + \int_{\nu_1}^{\infty} \varphi_{i3}(\rho) J_0(\bar{r} A_7^{(3,5)}) d\rho \right) \quad (2.106)$$

Վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման փոքր ժամանակամիջոցների համար կստացվի՝

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{Q_1}{2\pi T_1} \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \psi_i(\rho) e^{\rho t} d\rho \quad (2.107)$$

որտեղ՝

$$\psi_0(\rho) = \frac{b_0}{\rho^2} K_0(\alpha\sqrt{\rho})$$

$$\psi_1(\rho) = \frac{\rho}{b_0} \psi_0(\rho) \quad (2.108)$$

$$\psi_2(\rho) = -\frac{B_2^0 b_0}{N \rho^2} \left(K_0(\alpha \sqrt{\rho}) - K_0(\beta \sqrt{\rho}) \right)$$

Տեղադրելով արժեքները՝ կատանանք ջրատար շերտի ցանկացած կետում ստորերկրյա ջրերի որոշման բանաձևը ջրհանման փոքր ժամանակների համար [112].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_1}{4\pi T_1} R_{i\Phi}^{\downarrow}(r,t) \quad (i = 0,1,2) \quad (2.109)$$

Այս դեպքում $R_i^{\downarrow}(r,t)$ չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները կորոշվեն հետևյալ կերպ [66].

$$R_{0\Phi}^{\downarrow}(r,t) = b_0 \varphi_1\left(\frac{r^2}{a_1}, t\right)$$

$$R_{1\Phi}^{\downarrow}(r,t) = E_i\left(\frac{r^2}{4a_1 t}\right) \quad (2.110)$$

$$R_{2\Phi}^{\downarrow}(r,t) = \frac{B_2^0 b_0}{N} \left(\varphi_1\left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t\right) - \varphi_1\left(\frac{r^2}{a_1}, t\right) \right)$$

որտեղ $\varphi_1(r^2/a_1, t)$ -ն որոշվում է (2.35) բանաձևերով, $S_{i0}(t)$ -ն՝ (2.36) բանաձևերով: Ջրհորում ջրաիջեցման որոշման համար կատացվի հետևյալ արտահայտությունը [1].

$$S_1(r_0,t) = S_{10}(t) - \frac{Q_1}{4\pi T_1} E_i\left(-\frac{r_0^2}{4a_1 t}\right) \quad (2.111)$$

Ջրհանման մեծ ժամանակամիջոցների համար կարող ենք գրել.

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) + \frac{Q_1}{2\pi T_1} \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \left(\frac{B_1^0 A^0 \beta}{c \lambda} + \frac{B_2^0 K_0(v\sqrt{\lambda})}{c \lambda} \right) e^{\lambda \tau} d\lambda$$

$$S_2(r,t) = S_{20}(t) - \frac{Q_1}{2\pi T_1} \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} \frac{B_2^0}{c} \left(\frac{\beta}{\lambda} - \frac{K_0(v\sqrt{\lambda})}{\lambda} \right) e^{\lambda \tau} d\lambda \quad (2.112)$$

Արդյունքում ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևը կընդունի հետևյալ տեսքը [113].

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) + \frac{B_2^0}{c} \frac{Q_1}{4\pi T_1} \left(R_{\delta}(r,t) + U_i^{\downarrow} K_0 \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} \right) \quad (i = 0,1,2) \quad (2.113)$$

$$U_0^{\downarrow} = U_1^{\downarrow} = \frac{A^0 B_1^0}{B_2^0}, \quad U_2^{\downarrow} = -2 \quad (2.114)$$

$R_{\delta}(r, t)$ -ն որոշվում է (2.48) բանաձևով, $S_{10}(t)$ -ն՝ (2.46)-ով:

Ջրհանման մեծ ժամանակների համար ջրաիջեցումը ջրհորում կլինի [1,24].

$$S_1(r_0, t) = S_{10}(t) + \frac{Q_1}{4\pi T_1} R_{\delta}^q(r_0, t) \quad (2.115)$$

Տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում ջրաիջեցման հաշվարկների կատարման համար, երբ ջրհանումը կատարվում է ուղղաձիգ դրենաժով տարբեր ռեժիմներով՝ ներքին ճնշումային, վերին ճնշումային կամ երկու ճնշումային ջրատար շերտերից միաժամանակ կազմվել է համակարգչային ծրագիր C++ ծրագրավորման լեզվով PRSARC HID անվամբ (Հավելված 2): Այն ներառված է WATEXCH ծրագրում և հանդես է գալիս որպես առանձին ենթաօրագիր (Հավելված 4):

Ջրաիջեցման հաշվարկների ժամանակ չափագուրկ հիդրավլիկական դիմադրությունների հաշվարկների հեշտացման համար ծրագրում ներառված է առանձին պատուհան, որտեղ

ներմուծելով $\frac{r^2}{4a^*t} > 0$ արժեքներ՝ ստացվում են $-E(-x)$, $E(x)$, $\text{Erf}(x)$ ֆունկցիաների

մեծությունները: WATEXCH ծրագրի առավել մանրամասն նկարագրությունը բերված է §3.3-ում:

2.4 Ամփոփում

1. Գիտարկվել է ուղղաձիգ դրենաժով ճնշումային երկու ջրատար շերտերից միաժամանակ ջրհանման պայմաններում ջրաիջեցման հաշվարկները: Այս երկու շերտերը միմյանցից բաժանված են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող կավային շերտով և գտնվում են հիդրավլիկական կապի մեջ: Հաշվարկների համար օգտագործվել է բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայում ստորերկրյա ջրերի չհաստատված շարժումը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումները: Սահմանվել են սկզբնական և եզրային պայմանները: Հաշվարկների արդյունքում ստացվել են հաշվարկային բանաձևեր ջրատար շերտերի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման համար, երբ ջրհանումը կատարվում է միաժամանակ երկու ճնշումային

ջրատար շերտերից: Այնուհետև ներկայացվել են ջրաիջեցման ասիմտոտիկ լուծումները փոքր և մեծ ջրհանման ժամանակների համար:

2. Ուղղաձիգ դրենաժով ներքին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման դեպքում կատարվել են ջրաիջեցման հաշվարկներ՝ օգտագործելով այդ շերտում ստորերկրյա ջրերի չհաստատված շարժումը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումները, սահմանելով որոշակի սկզբնական և եզրային պայմաններ: Ջրաիջեցման որոշման համար ստացվել է հաշվարկային բանաձև, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն ներքին ճնշումային ջրատար շերտից: Ստացվել են ջրաիջեցման ասիմտոտիկ լուծումները փոքր և մեծ ջրհանման ժամանակների համար:

3. Ներկայացվել են ջրաիջեցման հաշվարկները, երբ ջրհանումը ուղղաձիգ դրենաժով կատարվում է միայն վերին ճնշումային ջրատար շերտից: Այս դեպքում նույնպես սահմանվել են ջրհանման սկզբնական և եզրային պայմանները: Հաշվարկների ժամանակ հաշվի է առնված ինֆիլտրացիոն սնումը: Ստացված բանաձևով կարելի է որոշել ջրատար շերտի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցումը, երբ ջրհանումը կատարվում է վերին ճնշումային ջրատար շերտից: Այս դեպքում ևս ստացվել են փոքր և մեծ ջրհանման ժամանակամիջոցների համար ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևեր:

4. Ջրաիջեցման հաշվարկների կատարման համար կազմվել է համակարգչային ծրագիր C++ ծրագրավորման լեզվով PRSARC HID անվամբ: Ծրագիրը տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների և ջրհանման ռեժիմների դեպքում հաշվարկում է ջրաիջեցման արժեքները: Ջրաիջեցման հաշվարկների ժամանակ անչափակազմ հիդրավլիկական դիմադրությունների հաշվարկների հեշտացման համար ծրագրում ներառված է առանձին պատուհան, որտեղ ներմուծելով արժեքներ՝ ստացվում են $-E(-x)$, $E(x)$, $Erf(x)$ ֆունկցիաների մեծությունները:

ԳԼՈՒԽ 3. ՈՌՈԳԵԼԻ ՀՈՂԵՐՈՒՄ ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՍԱՆ ԽՆԴՐԻ

ԴՐՎԱԾՔԸ ԵՎ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ

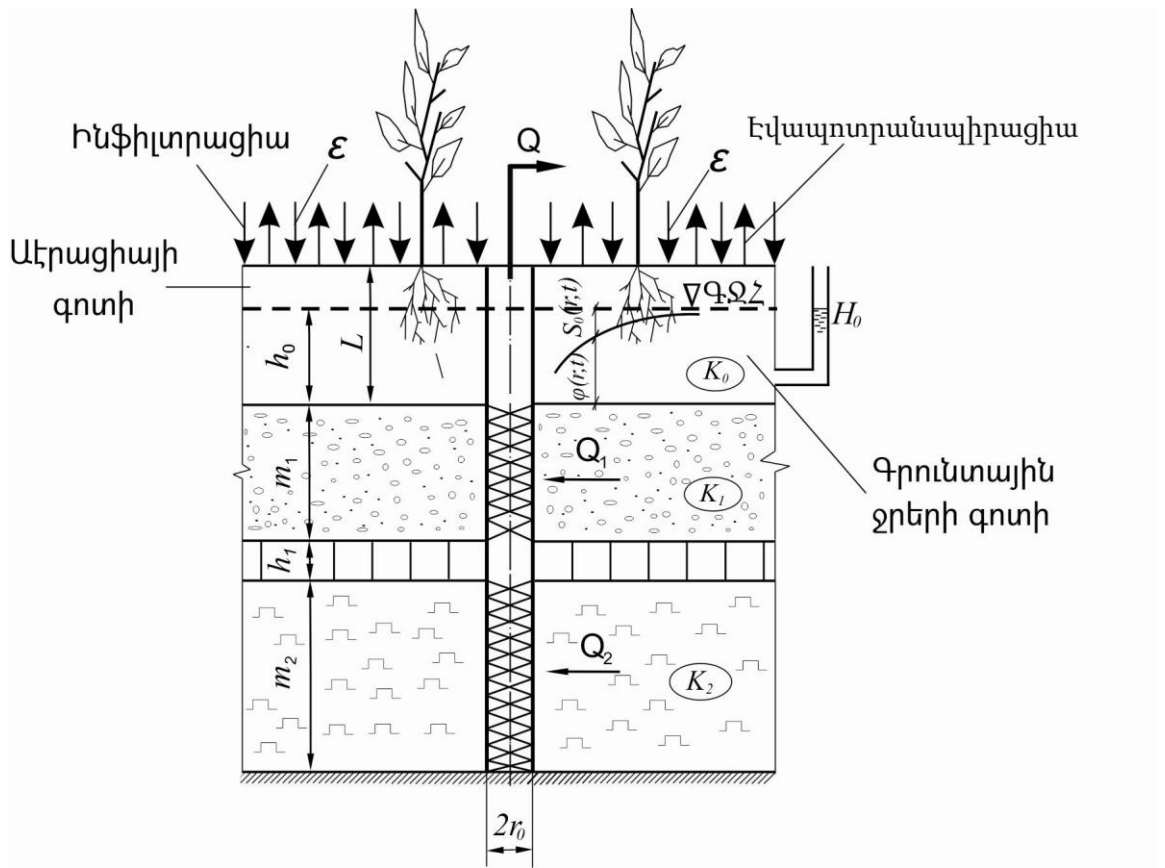
3.1 Ջրափոխանակման եզրային խնդիրը աէրացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում

Աէրացիայի գոտին հողի մակերևույթից մինչև գրունտային ջրերի հորիզոնը եղած տարածությունն է: Այս գոտու հողագրունտները իրենցից ներկայացնում են բարդ անհիզոտրոպ ծակոտկեն միջավայր, որտեղ տեղի են ունենում փոխկապակցված բազմաթիվ գործընթացներ, իսկ այդ գործընթացներում ամենաբարդ երևույթներից մեկը հանդիսանում է ջրի շարժումը [111]: Ուղղաձիգ ուղղությամբ առանձնացնում են ջրի վերընթաց շարժում, որը կատարվում է ի հաշիվ ստորերկրյա ճնշումային ջրերի և վարընթաց շարժում, որը կատարվում է ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների և մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի:

Գրունտային ջրերի գոտին հիդրավիկական կապի մեջ է գտնվում մակերեսային ջրերի հետ ինֆիլտրացիայի ճանապարհով: Մակերեսային ջրերի զգալի քանակություն ինֆիլտրվելով հասնում է գրունտային ջրերի հորիզոն՝ բարձրացնելով նրա մակարդակը: Ջրերի վարընթաց և վերընթաց շարժումը նկարագրում է աէրացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ջրափոխանակման ինտենսիվությունը և բնույթը:

Հողագրունտներում ջրափոխանակման խնդրի լուծման ընդհանուր մոտեցումը պահանջում է զանգվածափոխանակման գործընթացի դիտարկում բարդ համակարգում՝ ընդգրկելով ջրերի շարժումը բոլոր գոտիներում: Դրանց վերաբերում են ջրերի շարժումը լրիվ հազեցած գոտում, խոնավության շարժումը մասնակի հազեցած գոտում (աէրացիայի գոտի), հողի մակերևույթից գոլորշիացումը, բույսերի տրանսպիրացիան և այլն:

Այս աշխատանքում դիտարկվում է աէրացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում խոնավության շարժման մոդելը ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքով բազմաշերտ ֆիլտրացիան միջավայրի ջրատար տարբեր հորիզոններից, տարբեր ռեժիմներով ջրհանման պայմաններում՝ ներքին ճնշումային ջրատար շերտից, վերին ճնշումային ջրատար շերտից կամ երկու շերտերից միաժամանակ:



Նկ.3.1. Ջրափոխանակման հաշվարկային սխեման ալերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում

Նկ.3.1-ում դիտարկվում է Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պարզեցված կտրվածքը ներքին և վերին ճնշումային, ինչպես նաև գրունտային ջրերի հորիզոնները, որոնք միմյանց հետ գտնվում են հիդրավիկական կապի մեջ:

Նկարում պատկերված են համապատասխան ջրատար շերտերի պարամետրերը, շերտերի հզորությունները՝ m_1, m_2 , h_0 , ֆիլտրացիայի գործակիցները՝ K_0, K_1, K_2 , ելքերը՝ Q_1, Q_2, Q , ջրհորի շառավիղը՝ r_0 : Գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումը պատկերված է $S_0(r, t)$ -ով:

Ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքով ջրափոխանակման խնդրի լուծման համար, երբ ջրհորը տեղադրված է համասեռ բազմաշերտ միջավայրում, կիրառվում է Գյուպյուի տեսությունը, ինչը հնարավորություն է տալիս ջրատար շերտերում ջրի հոսքը դիտարկել միայն հորիզոնական ուղղությամբ: Օգտվելով խոնավության ծավալի պահպանման օրենքից և ջրի շարժման ֆիլտրացիայի օրենքից, կունենաք.

Ֆիլտրացիայի արագությունը՝

$$v = -K \frac{\partial h}{\partial z} \quad (3.1)$$

որտեղ՝ K -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է, $\frac{\partial h}{\partial z}$ - ը հիդրավիկական գրադիենտը, h – ը հիդրոստատիկ ճնշումն է:

Հողի տարրական ծավալի համար ջրի հաշվեկշռի հավասարումը ունի հետևյալ տեսքը [111].

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial v}{\partial z} \quad (3.2)$$

որտեղ՝ θ -ն հողի ծավալային խոնավությունն է:

Տեղադրելով (3.1) հավասարումը (3.2)-ում՝ կունենանք.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial h}{\partial z} \right) \quad (3.3)$$

h -ը հիդրոստատիկ ճնշումն է, որի համար կարող ենք գրել՝

$$h = \psi + z \quad (3.4)$$

որտեղ՝ z -ը գրավիտացիոն պոտենցիալն է, հողի մակերևույթի վրա $z = 0$, ψ -ն կապիլյար պոտենցիալի ֆունկցիան է:

$\psi \leq 0$, երբ հողը ջրահագեցած չէ,

$\psi > 0$, երբ հողը ջրահագեցած է:

(3.3) և (3.4) հավասարումներից կունենանք՝

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial (\psi + z)}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial z} K \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) \quad (3.5)$$

Ստացված բանաձևը հողում աերացիայի գոտում ուղղահիգ ջրափոխանակության հավասարումն է:

Աերացիայի գոտում առկա են բուսականության արմատներ, որոնց կողմից կատարվում են ջրի որոշ քանակի կլանում, որը խիստ անհավասարաչափ է: Նշանակելով f -ով հողում հոսքի ինտենսիվությունը՝ պայմանավորված բույսերի արմատների կողմից ջրի կլանմամբ՝ (3.5) հավասարումը կարող ենք գրել հետևյալ տեսքով [111,112].

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} K \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) + f \quad (3.6)$$

$\theta(\psi)$ և $K(\psi)$ կախվածությունները հողի յուրաքանչյուր հորիզոնի համար հայտնի մեծություններ են: Սահմանային պայմանները այդ դեպքում գրունտային ջրերի փոփոխական հորիզոնի և հողի մակերևույթի վրա կլինեն [22,111]՝

$$\psi = 0, z = \varphi(r, t) = h_0 - S_0(r, t) \quad (3.7)$$

$$K \left(\frac{\partial \Psi}{\partial z} + 1 \right) = E_m - E_g - \frac{\partial(\eta \Psi)}{\partial t}, \text{ երբ } z = L \quad (3.8)$$

որտեղ՝ $\varphi(r, t)$ -ն և h_0 -ն համապատասխանաբար գրունտային ջրերի սահմանի դիրքն է և խորությունը (նկ.3.1), $S_0(r, t)$ -ն գրունտային ջրերի հորիզոնի իջեցումն է, որի նշանակությունը կորոշվի կախված ճնշումային ջրատար հորիզոններից ջրառի ռեժիմներից, E_m -ն և E_g -ն համապատասխանաբար հողի մակերևույթի վրա թափվող տեղումների և ֆիզիկական գոլորշիացման ինտենսիվություններն են, $\eta(\psi)$ - ն հաշվի է առնում հողի մակերևույթի վրա հնարավոր ջրակուտակումը ինտենսիվ տեղումների դեպքում, որը գերազանցում է ներծծման արագությանը:

$$\eta(\psi) = 1, \text{ երբ } \psi \geq 0$$

$$\eta(\psi) = 0, \text{ երբ } \psi < 0$$

Բույսերի աճի ցանկացած էտապում f -ը ընդհանուր դեպքում որոշվում է հետևյալ բանաձևով [19].

$$f = (f_k - \psi_k) \xi_0 \Omega \quad (3.9)$$

որտեղ՝ f_k - ն ջրային պոտենցիալն է բույսերի ներսում, ψ_k - ն նույնը հողի սահմանի վրա բույսերի մակերևույթից, ξ_0 -ն և Ω -ն համապատասխանաբար բույսի արմատի պատերի հաղորդականությունն ու մակերևույթի տեսակարար կլանողականությունն են:

(3.9) հավասարման գումարը բույսերի արմատների տարածման խորությունում տալիս է տրանսպիրացիայի մեծությունը դաշտի միավոր մակերեսից:

Բույսերի կողմից խոնավության կլանումը նկարագրվում է [36] աշխատանքում ստացված հետևյալ արտահայտությամբ.

$$f(z, t) = E_m \frac{\omega(z)\alpha(z)}{\int_0^{h_k} \omega(z)\alpha(z)dz} \quad (3.10)$$

որտեղ՝ h_k - ն արմատների տարածման խորությունն է, $\omega(z)$ -ը արմատների համեմատական տեսակարար մակերեսն է:

$\alpha(z)$ – ը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ:

$$\alpha(z) = \begin{cases} 0, \text{ երբ } \psi \leq \psi_{\text{ս}} \\ \lg \frac{\psi_{\text{ս}}}{\psi(x)}, \text{ երբ } \psi_{\text{ս}} < \psi \leq \psi_{\text{ն}} \\ \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}} \frac{\lg(\psi_{\text{ս}}/\psi_{\text{ն}})}{\lg(\psi_{\text{ն}}/\psi_{\text{գ}})} \lg \frac{\psi}{\psi_{\text{գ}}} + \frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}} \lg \frac{\psi_{\text{ս}}}{\psi_{\text{ն}}}, \text{ երբ } \psi_{\text{ն}} < \psi \leq \psi_{\text{գ}} \\ \frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}} \lg \frac{\psi_{\text{ս}}}{\psi_{\text{ն}}}, \text{ երբ } \psi < \psi_{\text{գ}} \end{cases} \quad (3.11)$$

որտեղ՝ $\psi_{\text{ն}}$, $\psi_{\text{ս}}$ –ն ներծծման ճնշման նշանակություններն են, որոնք պայմանավորված են համապատասխանաբար դաշտային խոնավունակությամբ ($\psi_{\text{ն}}$) և բույսի աճի խոնավությամբ ($\psi_{\text{ս}}$), $\psi_{\text{գ}}$ -ն նույնը գերխոնավ գոտում, երբ տրանսպիրացիան մոտենում է $E_{\text{տ}}$ -ի նվազագույն նշանակությանը E_{min} , E_{max} – ը տրանսպիրացիայի առավելագույն նշանակություն է խոնավության օպտիմալ պայմանների դեպքում:

Տրանսպիրացիան հողի մակերևութից ֆիզիկական գոլորշիացման հետ մեկտեղ կազմում են մշակաբույսերի գումարային ջրօգտագործումը՝

$$E_0 = E_{\text{տ}} + E_{\text{գ}} \quad (3.12)$$

Բույսերի արմատների տարածման h_{x} խորությամբ գոտու օպտիմալ խոնավացման դեպքում ($\theta_{\text{ն}} \dots 0,75\theta_{\text{ն}}$) և հողի մակերևութի բարձր խոնավության պայմաններում գումարային ջրապահանջը ձգտում է էվապոտրանսպիրացիային: Նշանակելով $E_{\text{տ}}/E_0 = B$ ՝ կունենանք.

$$E_{\text{գ}} = (1 - B)E_0$$

$$E_{\text{տ}} = BE_0 \quad (3.13)$$

B գործակիցը բնորոշում է հողի մակերևութի մթագնումը բույսերի տերևների միջոցով, որը կախված է բույսի վեգետացիայի ֆազից: Համախումբ բույսերի ծածկություն՝ $B = 1$:

$B(L)$ – ի որոշման համար օգտագործվում է հետևյալ բանաձևը [22].

$$B(L) = 1 - \exp(-mL) \quad (3.14)$$

որտեղ՝ $m = 0.44$, L - ը բույսի տերևների մակերևութի ինդեքսն է:

Հողի մակերևութից ֆիզիկական գոլորշիացումը՝ $E_{\text{գ}}$ կախված է օդերևութաբանական պայմանների լարվածությունից և հողի մակերևութի խոնավությունից:

$$E_g = \begin{cases} E_0 \frac{\varphi_h - \varphi_{o\eta}}{1 - \varphi_{o\eta}} (1 - B), & \text{երբ } \varphi_h > \varphi_{o\eta} \\ 0, & \text{երբ } \varphi_h < \varphi_{o\eta} \end{cases} \quad (3.15)$$

որտեղ՝ φ_h -ն և $\varphi_{o\eta}$ - ը հողի և օդի հարաբերական խոնավություններն են,

h_k -ն և L - ը որոշվում են հետևյալ բանաձևերով [19,36].

$$L = lM$$

$$h_k = \frac{\sqrt{M}}{G} \quad (3.16)$$

որտեղ՝ G -ն և l -ը հաստատուններ են, կախված բույսերի աճի ֆազայից:

Բույսերի կենսազանգվածի աճը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [74,111].

$$\frac{dM}{dt} = \frac{1}{K_m} E_m \quad (3.17)$$

K_m -ն տրանսպիրացիայի գործակիցն է, որը կախված է բույսի տեսակից, խոնավացման աստիճանից և բույսերի ամբողջ կենսազանգվածից:

Աերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ուղղաձիգ ջրափոխանակման (3.5) հավասարումը ջրի դիֆուզիայով արտահայտելու համար $\partial\Psi/\partial z$ անդամը ներկայացնենք հետևյալ տեսքով.

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial z} \quad (3.18)$$

Այդ դեպքում կունենանք.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial z} + K \right) \quad (3.19)$$

որտեղ՝ $K(\partial\psi/\partial\theta)$ - ն կոչվում է ջրի դիֆուզիայի գործակից:

Հետևաբար ջրափոխանակման հավասարումը արտահայտված ջրի դիֆուզիայով կարող ենք գրել [111].

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K + D \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) \quad (3.20)$$

Գրունտային ջրերի հորիզոնի դրությունը, որը որոշվում է հիդրավիկական կապով ջրատար հորիզոններից, տարբեր ռեժիմներով ջրհանման պայմաններում որոշվում է կախված ε ինֆիլտրացիոն սնումից: ε -ի մեծությունը իր հերթին կախված է ռադիացիոն

հաշվեկշռից, ֆիզիկական գոլորշիացումից, տրանսպիրացիայից, բույսերի արմատների խորությունից և գրունտային ջրերի հորիզոնից:

Ինֆիլտրացիոն սնման համար կարող ենք գրել [22].

$$\varepsilon = E_{տնտղ} + E_n - E_g - E_{տ} + \Delta W \quad (3.21)$$

որտեղ՝ $E_{տնտղ}$ -ն, E_n -ն, E_g -ն և $E_{տ}$ -ն համապատասխանաբար տեղումների, ոռոգման, գոլորշիացման և տրանսպիրացիայի գումարային արժեքներն են միջինացված սնման մակերեսի և ժամանակի համար, ΔW –ն աերացիայի գոտում խոնավության պաշարի քանակությունն է [74]

$$\Delta W = 10\mu dH \quad (3.22)$$

dH -ը գրունտային ջրերի մակարդակի փոփոխությունն է, μ -ն աերացիայի գոտու ջրատվության գործակիցն է:

Մյուս կողմից ըստ ֆիլտրացիայի տեսության.

$$\mu_0 \frac{dH}{dt} = \varepsilon - \frac{dQ}{\omega}$$

$$\varepsilon_p = \varepsilon - (m - \mu) \frac{dH}{dQ} \quad (3.23)$$

որտեղ՝ μ_0 – ն խոնավության պակասի գործակիցն է, dH/dt -ն Գ.ՋՀ դրության փոփոխման արագությունն է, dQ -ն ջրի մուտքի և ելքի տարբերությունն է, ω - ն տարրի հաշվարկային մակերեսն է, ε_p -ն ինֆիլտրացիայի հաշվարկային մոդուլն է, m -ը հողագրունտի ծակոտկենությունն է:

Առանձին ջրհորներից ջրհանման պայմաններում ε_p -ի մեծությունը կարող ենք ստանալ հետևյալ բանաձևով [111].

$$\varepsilon_p = \frac{2 \int_{t_1}^{t_2} \int_0^R [E_{տնտղ} + E_n - E_g - E_{տ} - \int_{\varphi(r,t)}^L \theta dz - \mu \frac{dh}{dt}] r dr dt}{R^2(t_2 - t_1)} \quad (3.24)$$

որտեղ՝ $(t_2 - t_1)$ –ը ջրհանման տևողությունն է, R – ը ջրհորի ազդեցության շառավիղն է,

$\int_{\varphi(r,t)}^L \theta dz$ -ը հողի մակերևույթից մինչև գրունտային ջրերի հորիզոն խոնավության ընդհանուր պաշարն է:

Հողագրունտներում ինֆիլտրացիան բնութագրող կարևոր մեծություն է համարվում նրա արագությունը: Ինֆիլտրացիայի արագության վրա ազդում են մի շարք գործոններ՝ հողի

ստրուկտուրան, հողում խոնավության քանակը, ջերմաստիճանը, տեղումների ինտենսիվությունը, բուսականության առկայությունը և այլն:

Ինֆիլտրացիայի արագության որոշման համար օգտվենք հողում ջրի շարժման Գարսիի բանաձևից: Տեղադրելով հիդրոստատիկ ճնշման (3.4) արտահայտությունը (3.1) բանաձևում՝ կարող ենք գրել [2].

$$v = K \frac{\psi + z}{z} \quad (3.25)$$

Ինֆիլտրացիայի ընթացքում խոնավացվող շերտի խորությունը պայմանավորված է ինֆիլտրված ջրի ընդհանուր քանակով՝

$$F = z\Delta\theta \quad (3.26)$$

որտեղ՝

$$\Delta\theta = \theta_h - \theta_0 \quad (3.27)$$

θ_h -ն ջրահագեցած գոտու ծավալային խոնավությունն է, θ_0 -ն ծավալային խոնավությունն է նախքան ինֆիլտրացիայի սկսվելը:

(3.26)-ից z -ի արժեքը տեղադրելով (3.25) հավասարման մեջ կստանանք հետևյալ արտահայտությունը ինֆիլտրացիայի արագության համար [2].

$$v_p = K \left(\frac{\Delta\theta\psi}{F} + 1 \right) \quad (3.28)$$

Հողի ջրահագեցվածության աստիճանի բարձրացման հետ ինֆիլտրացիայի արագությունը աստիճանաբար նվազում է: Տեղումների ժամանակ, երբ այդ արագությունը դառնում է ավելի փոքր, քան անձրևի ինտենսիվությունն է ($v_p < P$), ջուրը սկսում է կուտակվել հողի մակերեսին առաջացնելով լճացում և մակերեսային հոսք: Այդ պատճառով տեղատարափ անձրևների ժամանակ մեծ է էրոզիայի վտանգը:

Ընդունելով, որ $v_p = dF/dt$, (3.28)-ից կարող ենք ստանալ ինֆիլտրացիայի t_p ժամանակամիջոցի որոշման համար բանաձև:

$$\frac{dF}{dt} = K \left(\frac{\Delta\theta\psi + F}{F} \right) \quad (3.29)$$

Ինտեգրենք (3.29) հավասարումը.

$$\int \frac{F dF}{K(\Delta\theta\psi + F)} = \int dt$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{K} \int \frac{(\Delta\theta\psi + F) - \Delta\theta\psi}{\Delta\theta\psi + F} dF &= t \\ \frac{1}{K} \int \left(1 - \frac{\Delta\theta\psi}{\Delta\theta\psi + F}\right) dF &= t \\ \frac{1}{K} \left(F - \int \frac{\Delta\theta\psi}{\Delta\theta\psi + F} d(\Delta\theta\psi + F) \right) &= t \\ \frac{1}{K} (F - \Delta\theta\psi \ln(\Delta\theta\psi + F)) + c &= t \end{aligned} \quad (3.30)$$

$t = 0, F = 0$ դեպքում (3.30) հավասարումը կարող ենք գրել հետևյալ տեսքով.

$$\frac{1}{K} (-\Delta\theta\psi \ln(\Delta\theta\psi)) + c = 0 \quad (3.31)$$

(3.31) հավասարումից որոշելով c ինտեգրման հաստատունը և տեղադրելով (3.30)-ի մեջ՝ կստանանք.

$$\frac{1}{K} (F - \Delta\theta\psi \ln(\Delta\theta\psi + F)) + \frac{1}{K} \Delta\theta\psi \ln(\Delta\theta\psi) = t \quad (3.32)$$

(3.32)-ից կստացվի՝

$$\frac{1}{K} \left(F - \Delta\theta\psi \ln \frac{\Delta\theta\psi + F}{\Delta\theta\psi} \right) = t \quad (3.33)$$

Հողի մակերեսին ջրի կուտակման t_p ժամանակամիջոցի համար կարող ենք գրել.

$$t_p = \frac{1}{K} \left(F_p - \Delta\theta\psi \ln \frac{\Delta\theta\psi + F_p}{\Delta\theta\psi} \right) \quad (3.34)$$

որտեղ՝ F_p -ն ջրի այն քանակն է, որը ինֆիլտրվել է մինչև հողի մակերեսին կուտակվելը:

Հաշվի առնելով ստացված բանաձևերը՝ հողում ինֆիլտրացիայի ժամանակի որոշման համար կարող ենք գրել հետևյալ արտահայտությունը [2].

$$\begin{aligned} t_h - t_p &= \frac{1}{K} \left(F - F_p + \Delta\theta\psi \ln \frac{\Delta\theta\psi + F_p}{\Delta\theta\psi + F} \right) \\ t_p &= t_p + \frac{1}{K} \left(F - F_p + \Delta\theta\psi \ln \left(\frac{\Delta\theta\psi + F_p}{\Delta\theta\psi + F} \right) \right), \quad \text{երբ } F > F_p \end{aligned} \quad (3.35)$$

Կախված ինֆիլտրացիայի արագությունից՝ առանձնացնում են հողերի հետևյալ խմբերը, որոնք բերված են աղյուսակ 3.1-ում [2]:

Աղյուսակ 3.1

Ինֆիլտրացիայի արագությունը տարբեր տիպի հողերում

v_p , սմ/ժ	Առանձնացվող խմբերը
0,76-1,14	Հողերն ունեն մեծ ինֆիլտրացիոն ունակություն. հիմնականում չոր ավազային հողեր, խճաքարերով հարուստ հողեր
0,38-0,76	Հողերն ունեն միջին ինֆիլտրացիոն ունակություն. չոր ավազակավային հողեր
0,12-0,38	Հողերն ունեն ցածր ինֆիլտրացիոն ունակություն. հիմնականում խոնավ կավային հողեր
0-0,12	Հողերն ունեն շատ ցածր ինֆիլտրացիոն ունակություն. կավային հողեր, որտեղ գրունտային ջրերի մակարդակը շատ բարձր է, աղակալված հողեր

Քանի որ ԳՋՀ և ինֆիլտրացիայի մոդուլը նախօրոք անհայտ են, ապա ջրափոխանակման ընդհանուր խնդիրների լուծումը աերացիայի գոտում և ֆիլտրացիան ճնշումային հորիզոններից կատարվում է խտրացիայի մեթոդով (3.1)-ից (3.24) հավասարումների համատեղ լուծումներով, իսկ $S_0(r, t)$ -ն որոշվում է կախված ջրհանման ռեժիմներից գլուխ 2-ում ներկայացված բանաձևերով:

Նշված խնդիրների լուծումը իրականացրել ենք ալգորիթմական տեսքով, հատուկ բլոկ-սխեմայով և համակարգչային ծրագրով:

3.2 Ջրափոխանակման եզրային խնդրի լուծման բլոկ սխեման և հաշվարկման ալգորիթմը ընդհանուր տեսքով

Աերացիայի գոտում ջրափոխանակման խնդիրների լուծման համար ինֆիլտրացիոն սնման (3.24) հավասարման համար կազմվել են համապատասխան ալգորիթմները, որոնք անհրաժեշտ են բլոկ-սխեմայի կառուցման և համակարգչային ծրագրի կազմման համար: Քանի որ ինֆիլտրացիայի մոդուլը նախօրոք անհայտ մեծություն է, ապա այն որոշվում է

խտերացիայի մեթոդով [112]: ε_p -ի սկզբնական արժեքը ընդունվում է հետևյալ արտահայտությունը.

$$\varepsilon_p = \frac{\int_{t_1}^{t_2} (E_{տեղ} + E_n - E_q) dt}{(t_2 - t_1)} \quad (3.36)$$

Իտերացիայի հերթական (s) մոտեցումը որոշվում է թվային ինտեգրմամբ՝ ինտեգրման համար օգտագործելով Գաուսի մեթոդը՝

$$\varepsilon_{ps} = \frac{\sum_{i=1}^{N_R} A_i \bar{\varepsilon}_{pi}}{\sum_{i=1}^{N_R} A_i} \quad (3.37)$$

որտեղ՝ A_i -ն r կոորդինատով տրված գործակիցներն են, $\bar{\varepsilon}_{pi}$ -ն ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլն է միջինացված $(t_2 - t_1)$ ժամանակի համար:

Ինտեգրման գործընթացը շարունակվում է այնքան ժամանակ, մինչև կրավարարվի հետևյալ պայմանը.

$$\left| |\bar{\varepsilon}_{p,s+1}| - |\bar{\varepsilon}_{p,s}| \right| < 10^{-2} \max(|\bar{\varepsilon}_{p,s}|, |\bar{\varepsilon}_{p,s+1}|, 10^{-5})$$

Գիտարկենք ուղղահիգ ջրափոխանակման (3.6) հավասարման ալգորիթմը (3.7) և (3.8) եզրային պայմանների դեպքում: Երբ գրունտային ջրերի մակարդակը իջել է հնարավոր ամենամեծ L չափով, ներմուծենք անհավասարաչափ x_i ցանց $h = x_{i+1} - x_i$ քայլով, որտեղ $i = 1 \dots N$ և փոփոխական ցանց τ քայլով կախված t ժամանակից այնպես, որ $t_{j+1} = t_j + \tau_j$, $j = 0, 1, 2 \dots$

Ինտեգրենք (3.6) հավասարումը ըստ x-ի $(x_i, x_{i+\frac{1}{2}})$ և $(x_{i-\frac{1}{2}}, x_i)$ սահմաններում:

Ստացված արժեքները գումարելով՝ կստանանք [112].

$$q_{i+\frac{1}{2}} - q_{i-\frac{1}{2}} = \int_{x_{i-\frac{1}{2}}}^{x_{i+\frac{1}{2}}} \left(\frac{\partial \theta}{\partial t} - f \right) dz \quad (3.38)$$

որտեղ՝

$$q_{i+\frac{1}{2}} = \left(-K \frac{\partial \Psi}{\partial x} + K \right) \Big|_{x=x_{i+\frac{1}{2}}} \quad (3.39)$$

$q_{i+1/2}$ -ը հողում ջրի հոսքն է:

$$x_{i+\frac{1}{2}} = x_i + h_{\frac{i}{2}} \quad (3.40)$$

Ինտեգրելով $q_{i+1/2} = (-K\partial\Psi/\partial x + K)$ հավասարումը (x_i, x_{i+1}) միջակայքում և ընդունելով, որ q -ն և $\partial\Psi/\partial x$ -ը այդ նույն միջակայքում հաստատուն են կատանանք հողում ջրի հոսքի համար հետևյալ բանաձևը՝

$$q_{i+\frac{1}{2}} = -\frac{\int_{\Psi_i}^{\Psi_{i+1}} K(\Psi)d\Psi}{\Psi_{i+1} - \Psi_i} \left(\frac{\Psi_{i+1} - \Psi_i}{h_i} - 1 \right) \quad (3.41)$$

որտեղ՝

$$\Psi_i = \Psi(x_i) \quad (3.42)$$

Տեղադրելով (3.41) արտահայտությունը (3.38)-ում՝ կարող ենք գրել [112].

$$\frac{\partial\theta}{\partial t} = \frac{1}{h_i} \left[K_{i+\frac{1}{2}} \left(\frac{\Psi_{i+1} - \Psi_i}{h_i} - 1 \right) - K_{i-\frac{1}{2}} \left(\frac{\Psi_i - \Psi_{i-1}}{h_{i-1}} - 1 \right) \right] + f_i \quad (3.43)$$

որտեղ՝

$$K_{i+\frac{1}{2}} = \frac{\int_{\Psi_i}^{\Psi_{i+1}} K(\Psi)d\Psi}{\Psi_{i+1} - \Psi_i}, \quad \theta_i = \theta(P_i) \quad (3.44)$$

(3.6) դիֆերենցիալ հավասարումը ինտեգրենք (t_j, t_{j+1}) միջակայքում հետևյալ բանաձևով.

$$\int_{t_j}^{t_{j+1}} u dt = [\sigma u(t_{j+1}) + (1 - \sigma)u(t_j)](t_{j+1} - t_j) \quad (3.45)$$

որտեղ՝ $0 \leq \sigma \leq 1$

Արդյունքում ստացվում է հետևյալ արտահայտությունը [112].

$$\theta_t = \sigma \Lambda^{j+1} \Psi + (1 - \sigma) \Lambda^j \Psi + \sigma f^{j+1} + (1 - \sigma) f^j \quad (3.46)$$

որտեղ՝

$$\Lambda^j \Psi = \frac{1}{h_i} \left[K_{i+\frac{1}{2}} \left(\frac{\Psi_{i+1} - \Psi_i}{h_i} - 1 \right) - K_{i-\frac{1}{2}} \left(\frac{\Psi_i - \Psi_{i-1}}{h_{i-1}} - 1 \right) \right] \quad (3.47)$$

Երբ $i = 1$ և ընդունելով, որ.

$$q_{-\frac{1}{2}} = -E_q + E_u + \frac{\partial(\eta\Psi)}{\partial t}, \quad \bar{h}_1 = \frac{h_1}{2} \quad (3.48)$$

հողի մակերեսի մոտ եզրային պայմանի համար կունենանք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\frac{h}{2} \theta_t + (\eta\Psi)_t = K_{\frac{1}{2}} \left(\frac{\Psi_2 - \Psi_1}{h_1} - 1 \right) + E_u - E_q \quad (3.49)$$

Ալգորիթմների կազմման ընթացքում կարևոր խնդիր է համարվում K ջրահաղորդականության գործակցի որոշումը $i + 1/2$ կետերում՝ հաշվի առնելով $K(\Psi)$ կախվածությունը [96]: Այն կարելի է որոշել (3.43) հավասարումից:

$K(\Psi)$ ֆունկցիան (x_i, x_{i+1}) միջակայքում ներկայացնելով $K = a_1 \Psi^{-a_2}$ տեսքով կատանանք.

$$K_{i+\frac{1}{2}} = \begin{cases} K_i, & \text{եթե } \left| 1 - \frac{\Psi_{i+1}}{\Psi_i} \right| \leq 10^{-3} \\ K_i \ln \frac{\Psi_i}{\Psi_{i+1}} / \left(1 - \frac{\Psi_{i+1}}{\Psi_i} \right), & \text{եթե } \left| 1 - \frac{K_i \Psi_{i+1}}{K_i \Psi_i} \right| \leq 10^{-3} \\ K_i \frac{\left(1 - \frac{K_{i+1} \Psi_{i+1}}{K_i \Psi_i} \right) \ln \left(1 - \frac{\Psi_{i+1}}{\Psi_i} \right)}{\left(1 - \frac{\Psi_{i+1}}{\Psi_i} \right) \ln \frac{K_{i+1} \Psi_{i+1}}{K_i \Psi_i}}, & \text{եթե } \begin{cases} \left| 1 - \frac{\Psi_{i+1}}{\Psi_i} \right| > 10^{-3} \\ \left| 1 - \frac{K_i \Psi_{i+1}}{K_i \Psi_i} \right| > 10^{-3} \end{cases} \end{cases} \quad (3.50)$$

Քանի որ (3.47)-ը գծային արտահայտություն չէ, այդ պատճառով լուծման համար սովորաբար օգտագործվում է իտերացիայի մեթոդը.

$$\frac{\theta^s - \theta^j}{\tau_j} + r^{(s)} \Psi^{(s+1)} - \Psi^{(s)} = \sigma \Lambda(\Psi^{(s)}) \Psi^{(s+1)} + (1 - \sigma) \Lambda(\Psi^j) \Psi^j + f^j \quad (3.51)$$

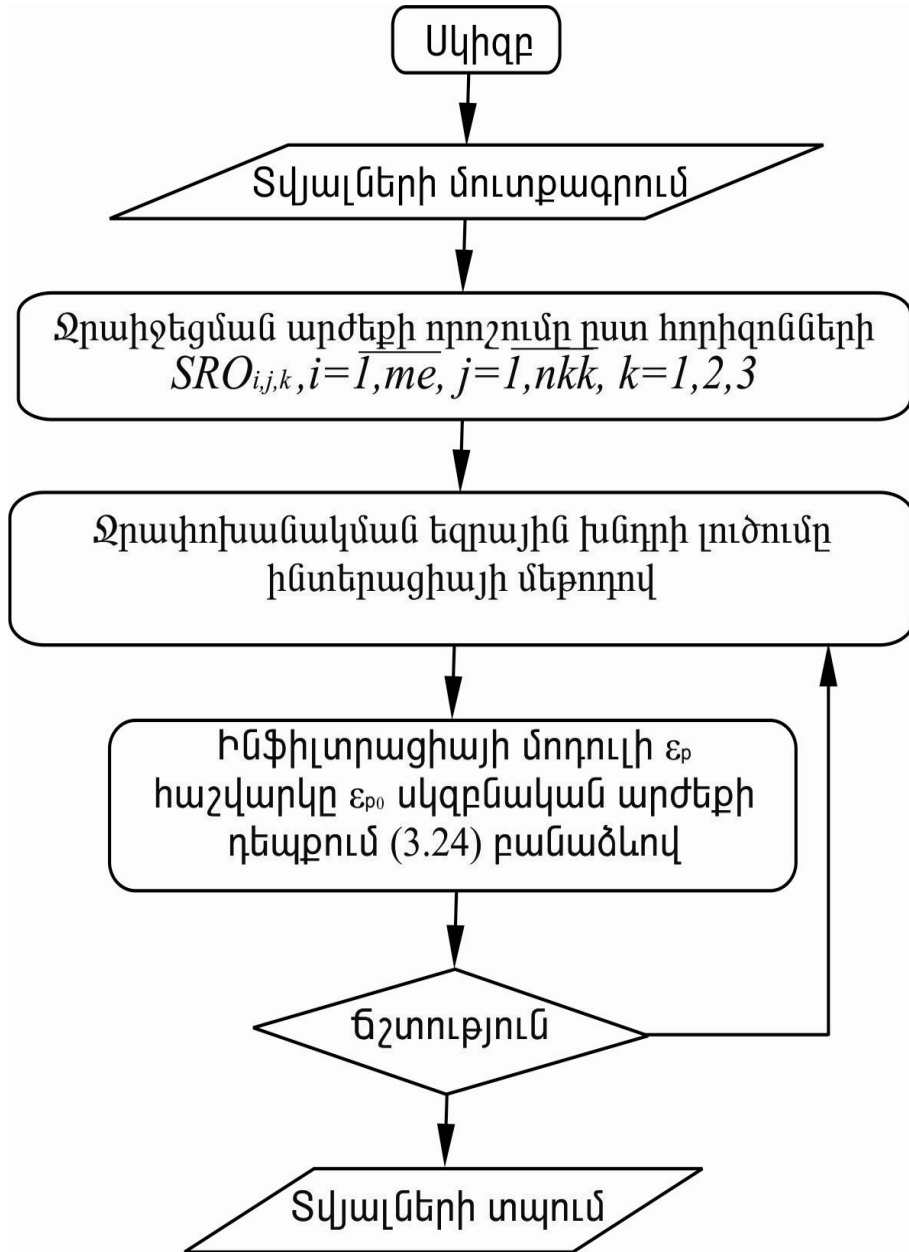
(3.51) գծային արտահայտության լուծման համար իտերացիայի յուրաքանչյուր փուլում օգտագործվում է արտաքսման մեթոդը [112]:

Ուղղաձիգ ջրափոխանակության խնդրի ալգորիթմական սխեմայով լուծումը կատարվում է (3.43) ... (3.51) բանաձևերի միջոցով, ջրաիջեցման հաշվարկների համար օգտագործելով 2-րդ գլխում տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում ներկայացված բանաձևերը:

Նշված ալգորիթմների հիման վրա կազմվել է աերացիայի գոտում ջրափոխանակման և ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկման ընդհանուր բլոկ-սխեման (նկ.3.2):

Համապատասխան ալգորիթմական լուծումների և բլոկ-սխեմայի հիման վրա կազմվել է WATEXCH անվամբ համակարգչային ծրագիրը C++ ծրագրավորման լեզվով [112]:

Ծրագիրը տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների համար հաշվարկում է ինֆիլտրացիայի մոդուլի արժեքները և ջրաիջեցումը հողաշերտի տարբեր հորիզոններում ուղղաձիգ դրենաժից ջրհանման տարբեր ռեժիմների դեպքում:



Նկ. 3.2. Ջրափոխանակման և ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկման ընդհանուր բլոկ-սխեման

3.3 Կազմված WATEXCH ծրագրի կառուցվածքը և ընդհանուր նկարագրությունը

Աերացիայի գոտում ջրափոխանակման խնդիրների լուծման ժամանակ ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի մեծությունը որոշելու համար կազմվել է համակարգչային ծրագիր WATEXCH անվամբ C++ ծրագրավորման լեզվով:

WATEXCH ծրագիրը կազմված է հիմնական ծրագրից և ենթածրագրերից: Հիմնական ծրագիրը կառավարում է ամբողջ համակարգի աշխատանքը՝ տվյալների մուտքագրումը, հաշվարկային ենթածրագրերի կանչումը, լուծում է ուղղաձիգ ջրափոխանակման խնդիրը, կատարում է ամբողջ իտերացիոն գործընթացը:

Ենթածրագրերի միջև ինֆորմացիայի փոխանցումը կատարվում է COMMON բլոկի միջոցով: Համակարգում ներառված են հետևյալ ենթածրագրերը՝

ISP- նախատեսված է ժամանակի նշված արժեքների դեպքում գրունտային ջրերի մակարդակի որոշման համար,

SOUR- նախատեսված է բույսերի տրանսպիրացիայի արմատների կողմից ջրի կլանման հաշվարկների համար,

BOUND- հաշվարկում է ջրի հոսքը հողի մակերևույթին

HYDCON- հաշվարկում է հողում խոնավությունը և ջրահաղորդականությունը

PRSARC HID- նախատեսված է ջրաիջեցման հաշվարկների կատարման համար տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների և ջրհանման ռեժիմների դեպքում,

BMR- նախատեսված է բույսերի ակտիվ կենսազանգվածի հաշվարկման համար,

OUTPUT- օգտագործվում է հողում խոնավության, ներծծման ճնշման մեծությունների, տրանսպիրացիայի և ֆիզիկական գոլորշիացման արժեքների հաշվարկման և տպման համար:

Ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկման WATEXCH ծրագրային համակարգի ընդհանուր տեսքը պատկերված է հավելված 2-ում:

Համակարգի աշխատանքի համար, հարկավոր է ծրագրային ինտերֆեյսի վրա նախատեսված դաշտերում (վանդակներում) լրացնել մուտքային տվյալների համապատասխան արժեքները:

Ցանկալի է, որ մուտքային արժեքները նախապատրաստելուց հետո նախքան համակարգը աշխատեցնելը լրացված դաշտերի ինֆորմացիան պահել համակարգչի վրա՝ ընտրելով այդ արժեքների համար հարմար ֆայլի անուն: Այս գործողության համար անհրաժեշտ է սեղմել “Сохранить данные” կոճակը:

Համակարգի հետագա կանչերի ժամանակ կարելի է մուտքային տվյալները կարդալ

արդեն իսկ գոյություն ունեցող ֆայլերից՝ դրա համար օգտագործելով “Чтение данных” կոճակը:

Ընդհանուր առմամբ համակարգում մուտքային տվյալների համար պատրաստված են արժեքներ, որոնք ծրագրի բեռնավորման ժամանակ ավտոմատ տեղադրվում են համապատասխան դաշտերում:

Մուտքային դաշտերի արժեքների փոփոխություններից հետո անհրաժեշտ է սեղմել “Утвердить изменение данных” կոճակը:

Նախապես նշենք, որ բոլոր հաշվարկներն ունեն իրենց տպելու ֆունկցիան:

Արժեքները լրացնելուց հետո օգտագործողը կարող է անմիջապես սեղմել ծրագրի աշխատանքային պատուհանի ձախ մասում գտնվող “Понижение и инфильтрация” կոճակը, որից հետո սկսվում է հաշվարկը և համապատասխան աղյուսակում հայտնվում են ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի և ջրաիջեցման հաշվարկային արժեքները:

Այս դեպքում համակարգը ավտոմատ կերպով աշխատեցնում է ջրաիջեցման հաշվարկների “PR-SARC HID” ենթածրագիրը, որը հաշվարկում է ստորև նշված զանգվածների արժեքները՝

$$SRO_{i,j,k}, i = \overline{1,me}, j = \overline{1,nkk}, k = \overline{1,2,3}$$

Հաշվարկների արդյունքները ամփոփվում են PR-SARC HID կոճակի ներքևում տեղադրված պատուհանում :

Ջրաիջեցման հաշվարկների ժամանակ ծրագիրը հնարավորություն է տալիս ընտրելու ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմները: Համապատասխանաբար 1 կոճակը համընկնում է այն դեպքին, երբ ջրհանումը կատարվում է վերին ճնշումային ջրատար շերտից, 2-ը՝ ներքին ճնշումային ջրատար շերտից և 3-ը, երբ ջրհանումը կատարվում է ճնշումային երկու շերտերից միաժամանակ:

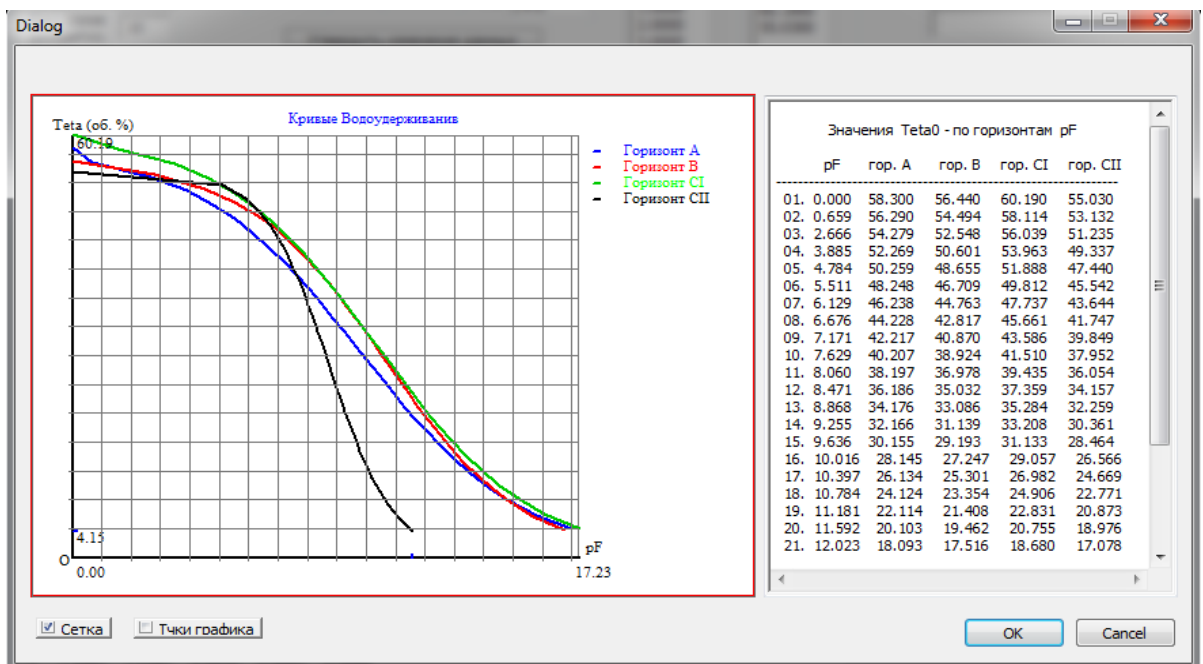
Ջրափոխանակման և ինֆիլտրացիայի մոդուլի խնդիրների լուծումը իրականացվում է իտերացիայի մեթոդով: Ըստ իտերացիաների ինֆիլտրացիայի մոդուլի արժեքները հաշվելու համար պետք է սեղմել “Расчет” կոճակը, որը տեղադրված է աշխատանքային պատուհանի ներքևի հատվածում:

Պատուհանի ներքևի ձախ անկյունում տեղադրված է “Очистить” կոճակը, որը օգտագործվում է հաշվարկները մաքրելու և նոր տվյալներով սկսելու համար:

Համակարգում կարելի է դիտել հաշվարկներին վերաբերվող 3 տիպի գրաֆիկներ: Հաշվարկները կատարելուց հետո համակարգը ակտիվացնում է կորերի կառուցման կոճակները, որոնք տեղադրված են աշխատանքային պատուհանի աջ մասում:

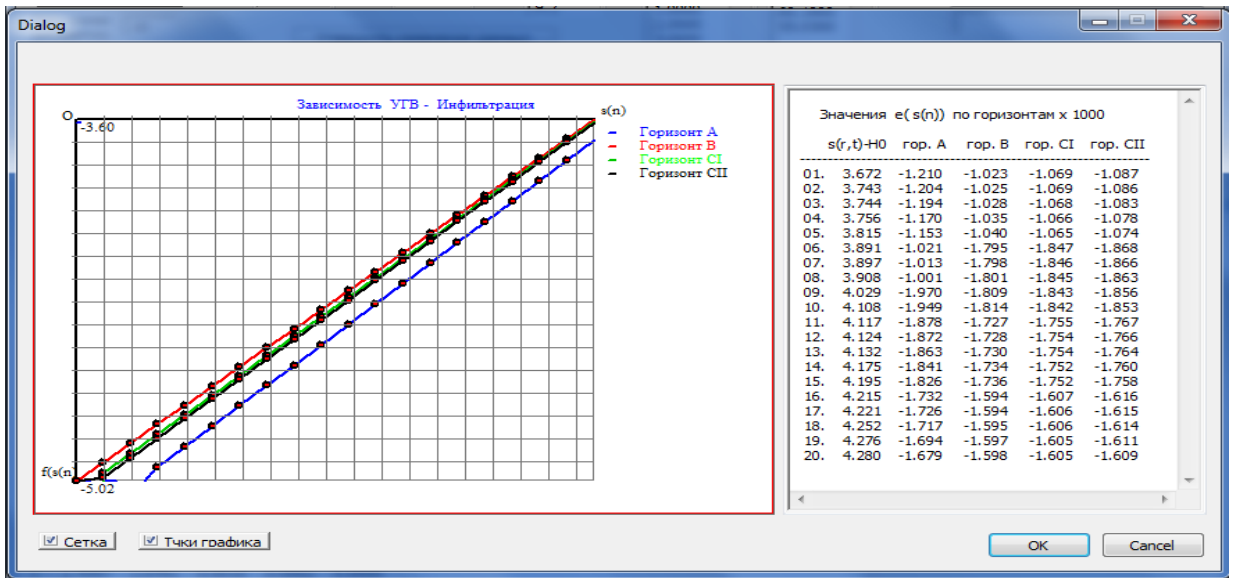
Հիմնական հիդրոֆիզիկական բնութագրերի համար համակարգը կառուցում է $\theta = \varphi(P^F)$ գրաֆիկները հողաշերտի A, B, C_I , C_{II} հորիզոնների համար (նկ.3.3):

Կառուցված գրաֆիկի ներքևում առկա են երկու կոճակներ, որոնցից առաջինը՝ “Сетка”, նախատեսված է ցանցի կառուցման, իսկ երկրորդը՝ “Точки графика”, գրաֆիկների վրա նշում և ցույց է տալիս բոլոր այն կետերի կոորդինատները, որոնց հիման վրա կազմվել է գրաֆիկը: Պատուհանի աջ մասում պատկերվում են P^F -ի և θ_0 -ի հաշվարկային արժեքները հողի չորս շերտերի համար:



Նկ. 3.3. $\theta = \varphi(P^F)$ կորերը հողաշերտի A, B, C_I , C_{II} հորիզոնների համար

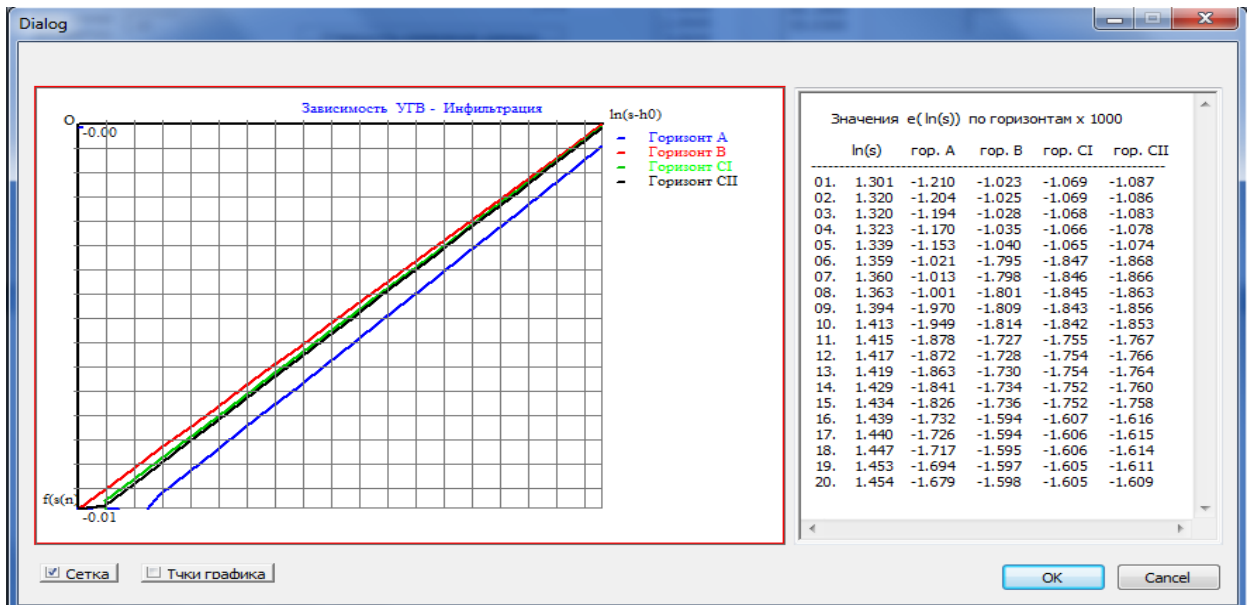
Հաշվարկների արդյունքների հիման վրա ծրագիրը կառուցում է ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի և գրունտային ջրերի հորիզոնի կախվածությունը պատկերող $\varepsilon = f(S_n)$ գրաֆիկները հողի համապատասխան շերտերի համար (նկ.3.4):



Նկ. 3.4. Ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի և գրունտային ջրերի հորիզոնի կախվածությունը պատկերող $\varepsilon = f(S_n)$ գրաֆիկները

Պատուհանի աջ կողմում հողաշերտի տարբեր հորիզոնների համար աղյուսակավորված ներկայացվում են ջրաիջեցման և ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի արժեքները:

Ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի և գրունտային ջրերի հորիզոնի միջև ֆունկցիոնալ կապի հաստատման համար ծրագիրը կառուցում է $\varepsilon = f(\ln S_n)$ գրաֆիկը: Ստացված գրաֆիկները պատկերված են նկ. 3.5-ում:



Նկ.3.5. Ինֆիլտրացիայի մոդուլի կախվածությունը $\ln S_n$ -ից

Հաշվարկների ավարտից հետո ծրագիրը հնարավորություն է տալիս տպելու ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի՝ поток (QRNS) և գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումները՝ уровень (hkt)

նախօրոք ընտրված հիդրոերկրաբանական պայմանների համար: Սեղմելով “Печать” կոճակը՝ աղյուսակավորված տպվում են համապատասխան արժեքները:

3.4 Ամփոփում

1. Գիտարկվել է աերացիայի գոտում ուղղաձիգ ջրափոխանակման խնդիրը, մակերևութային ջրերի ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի որոշման խնդիրը՝ կախված օդերևութաբանական պայմաններից, բուսականության արմատակալումից և տրանսպիրացիայից, ինչպես նաև գրունտային ջրերի հորիզոնների իջեցումից, որը որոշվում է ճնշումային շերտերից ուղղաձիգ դրենաժով տարբեր ռեժիմներով ջրհանման հավասարումներով: Ստացվել են հողում ինֆիլտրացիայի արագության և ժամանակի որոշման բանաձևերը:

2. Գիտարկվել է աերացիայի գոտում խոնավափոխանակության խնդրի լուծումը ալգորիթմական սխեմայով: Ներկայացված են ուղղաձիգ ջրափոխանակության և ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկային բանաձևերի ալգորիթմները: Նշված ալգորիթմների հիման վրա կազմվել է աերացիայի գոտում ջրափոխանակման և ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկման ընդհանուր բոլկ-սխեման : Քանի որ ԳՋՀ և ինֆիլտրացիայի մոդուլը նախօրոք անհայտ են, ապա ջրափոխանակման ընդհանուր խնդիրների լուծումը աերացիայի գոտում և ֆիլտրացիան ճնշումային հորիզոններից կատարվում է իտերացիայի մեթոդով, որը իրականացվում է համակարգչի օգնությամբ:

3. Աերացիայի գոտում ջրափոխանակման խնդիրների լուծման ժամանակ ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի մեծությունը որոշելու համար կազմվել է հատուկ համակարգչային ծրագիր WAT EXCH անվամբ, որը գրվել է C++ ծրագրավորման լեզվով: WAT EXCH-ն բաղկացած է հիմնական ծրագրից և ենթածրագրերից: Հիմնական ծրագիրը կառավարում է ամբողջ համակարգի աշխատանքը՝ տվյալների մուտքագրումը, հաշվարկային ենթածրագրերի կանչումը, լուծում է ուղղաձիգ ջրափոխանակումը, կատարում է ամբողջ իտերացիոն գործընթացը: Առանձին ենթածրագրերը նախատեսված են որոշակի հաշվարկների կատարման համար, որոնք օգտագործվում են հիմնական ծրագրի աշխատանքի ընթացքում: Համակարգում ներառված է PRSARC HID ենթածրագիրը, որը նախատեսված է ջրաիջեցման հաշվարկների կատարման համար տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների և ուղղաձիգ դրենաժով տարբեր ջրհանման ռեժիմների դեպքում:

ԼՈՒԽ 4. ԱԷՐԱՑԻԱՅԻ ԳՈՏՈՒՄ ՋՐԱՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

ԹՎԱՅԻՆ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐՈՎ

4.1 Ինֆիլտրացիոն մոդուլի գնահատման ելակետային տվյալները

Ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկները կատարված են Արարատյան հարթավայրի հիդրոտերկրաբանական պայմանների դեպքում առվույտի աճեցման պայմաններում: Հաշվարկների համար անհրաժեշտ օդերևութաբանական տվյալները ամփոփված են աղյուսակ 4.1-ում:

Աղյուսակ 4.1

Արարատյան հարթավայրի օդերևութաբանական տվյալները

Ամիսներ	Գոլորշիացումը (E_0), մմ/օր	Օդի հարաբերական խոնավությունը, ($\varphi_{\text{օդ}}$), %	Միջին ամսական տեղումները 1994- 2014թթ. ($E_{\text{տեղ}}$), մմ
Մարտ	2.6	58	29.8
Ապրիլ	4	56	54.6
Մայիս	5.1	54	49.5
Հունիս	5.9	46	43.7
Հուլիս	6.2	43	19.9
Օգոստոս	5.5	40	7.4
Սեպտեմբեր	3.7	45	14.7
Հոկտեմբեր	6.5	57	24.9

Առվույտի ոռոգման նորման կազմում է $8250\text{մ}^3/\text{հա}$, որը ապահովում է չորս հունձ: Ջրումները իրականացվում են $0,075\text{մ}/\text{օր}$ ինտենսիվությամբ: Վեգետացիայի ընթացքում իրականացվում են 11 ջրումներ: Ջրումները իրականացնելու համար ջրհորներից ջրհանումը կատարվում է ապրիլի 1-ից սկսած և տևում է ավելի քան 185 օր: Առվույտի համար ջրման և ոռոգման նորմաները, ինչպես նաև հիդրոմոդուլի օրդինատները ներկայացված են աղյուսակ 4.2-ում:

Ջրման ռեժիմները , ժամկետները և հիդրոմոդուլի օրդինատները առվույտի մշակության
պայմաններում

Ջրումների համարները No	Ջրման նորման մ ³ /հա	Ջրման տևողությո- ւոնը օր	Ոռոգման նորման մ ³ /հա	Ջրումների ժամանակահատվածը		Հիդրոմոդուլի օրդինատները
				սկիզբը	վերջը	
1	750	12	8250	27.03	07.05	0.723
2	750	12		15.05	26.05	0.723
3	750	12		09.06	20.06	0.723
4	750	12		21.06	02.07	0.723
5	750	12		11.07	22.07	0.723
6	750	12		23.07	03.08	0.723
7	750	12		04.08	15.08	0.723
8	750	12		24.08	04.09	0.723
9	750	12		05.09	16.09	0.723
10	750	12		17.09	28.09	0.723
11	750	12		09.10	20.10	0.723

Հաշվարկներում ընդունվել են հետևյալ ելակետային տվյալները՝

1. Առվույտի յուրաքանչյուր հունձից 1մ² հաշվով ստացվող կենսազանգվածի մեծությունը՝ $M = \sum M/4 = 1.2/4 = 0.3$ կգ/մ², որտեղ $\sum M$ -ը ընդհանուր կենսազանգվածն է,
2. Արմատաբնակ շերտի խորությունը կազմում է 1մ,
3. Տրանսպիրացիայի առավելագույն արժեքը կազմում է $E_{max} = 0.015$ մ/օր, իսկ նվազագույնը՝ $E_{min} = 0.001$ մ/օր,

4. Տրանսպիրացիայի գործակցի արժեքը յուրաքանչյուր հունձի ընթացքում ընդունվում է հաստատուն՝ $\mu_m = 1.19$ հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ վեգետացիայի ամբողջ ընթացքում արմատաբնակ շերտը ապահովված է եղել օպտիմալ խոնավությամբ:

Արարատյան հարթավայրում հիմնականում տարածված են հետևյալ հողատիպերը՝ հիդրոմորֆ աղուտ-ալկալի, կիսանապատային գորշ, պալեոհիդրոմորֆ և մարգագետնային գորշ հողերը, որոնք ձևավորվել են գրունտային ջրերի բավականին բարձր դիրքի պայմաններում՝ 1.5մ: Ոռոգելի մարգագետնային գորշ հողերը տարածված են հարթավայրի 800-950մ բարձրությունների վրա: Այս հողերին բնորոշ են թույլ հումուսայնությունը՝ մինչև 2%, հիմնային ռեակցիան (8,2-8,5), իսկ հզորությունը կազմում է 80-120սմ: Պալեոհիդրոմորֆ ալկալի հողերը հիմնականում տարածված են Երևան քաղաքից հարավ-արևելք 850-1300մ բարձրությունների սահմաններում: Այս հողերին բնորոշ են կավային մեխանիկական կազմը, թույլ հումուսայնությունը՝ 0,8-2,5%, ալկալիացվածությունը՝ մինչև 50%, ոչ բավարար ֆիզիկական հատկությունները: Կիսանապատային գորշ հողերը տարածված են նախալեռնային գոտու 850-1250մ բարձրություններում: Այս հողերին բնորոշ են բարձր կարբոնատայնությունը՝ մինչև 30%, հիմնային ռեակցիան (7,8-8,3): Ուղղաձիգ ջրափոխանակման և ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկների համար անհրաժեշտ են աերացիայի գոտու հողագրունտների ջրաֆիզիկական հատկությունների և մեխանիկական կազմի վերաբերյալ տվյալներ: Այդ տվյալները բերված են աղյուսակ 4.3-ում [4]:

Աղյուսակ 4.3

Աերացիայի գոտու հողերի մեխանիկական կազմը և ջրաֆիզիկական հատկությունները

Հողի շերտերը, սմ	Հողի ֆրակցիաները, մմ							Տեսակարար կշիռը, γ , գ/սմ ³	Ծավալային կշիռը, ρ , գ/սմ ³	Ծակոտկենությունը m	Ֆիլտրացիայի գործակցը K, մ/օր
	0.01	0.001	0.001-0.005	0.005-0.01	0.01-0.05	0.05-0.25	0.25-1				
A(0 ... 32)սմ	35.2	16.4	12.1	16.7	16.4	6.5	16	2.56	1.17	0.535	0.52
B(32 ... 62)սմ	32.5	14	11.5	7	17.5	7.5	15.3	2.63	1.16	0.554	0.41
C _I (62 ... 87)սմ	30	22	3	5	5	6.5	21	2.76	1.22	0.551	0.31
C _{II} (87 ... 125)սմ	21.8	6.2	9.7	5.9	3	4.4	68.1	2.79	1.26	0.547	0.25

մ											
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ուղղաձիգ ջրափոխանակման հաշվարկների ժամանակ կարևոր ջրաֆիզիկական բնութագրերից են ներծծման ճնշման (Ψ) և խոնավության (θ) կախվածությունը՝ $\theta = \theta_i(\Psi)$, որտեղ $i = 1 \dots 4$, ջրահաղորդականության (K) և ներծծման ճնշման (Ψ) կախվածությունը՝ $K = K_i(\Psi)$:

Օգտվելով աղյուսակ 4.3-ում բերված տվյալներից՝ $P^F = \lg(-\Psi)$ արժեքների դեպքում ստացվել են հողագրունտների համապատասխան շերտերի համար ծավալային խոնավության արժեքները, որոնք ամփոփված են աղյուսակ 4.4-ում [4]:

Աղյուսակ 4.4

Ծավալային խոնավությունը P^F ֆիքսված արժեքների դեպքում

P^F	θ			
	$A(0 \dots 32)$ սմ	$B(32 \dots 62)$ սմ	$C_I(62 \dots 87)$ սմ	$C_{II}(87 \dots 125)$ սմ
0	53.1	52.5	53.3	51.5
0.4	52.1	51.3	53.1	51.3
1	48.9	49.7	53.8	55.5
1.5	44.8	47.3	53.2	55.6
2	42.3	45.4	48.8	42
2.3	38.4	44	37.2	26.2
2.7	30.1	36.2	35.6	22.1
3.4	23.5	28.2	28.1	10.5
4.2	16.7	16.4	19.8	4.8
6.2	2.8	1.6	3.8	0.5

Աղյուսակ 4.4-ի տվյալներով WATEXCH ծրագիրը կառուցում է $\theta = \varphi(P^F)$ կորերը հողագրունտների նշված չորս շերտերի համար (նկ.4.1): Ստացված կետերը ապրոկսիմացվել են հետևյալ բանաձևով [19].

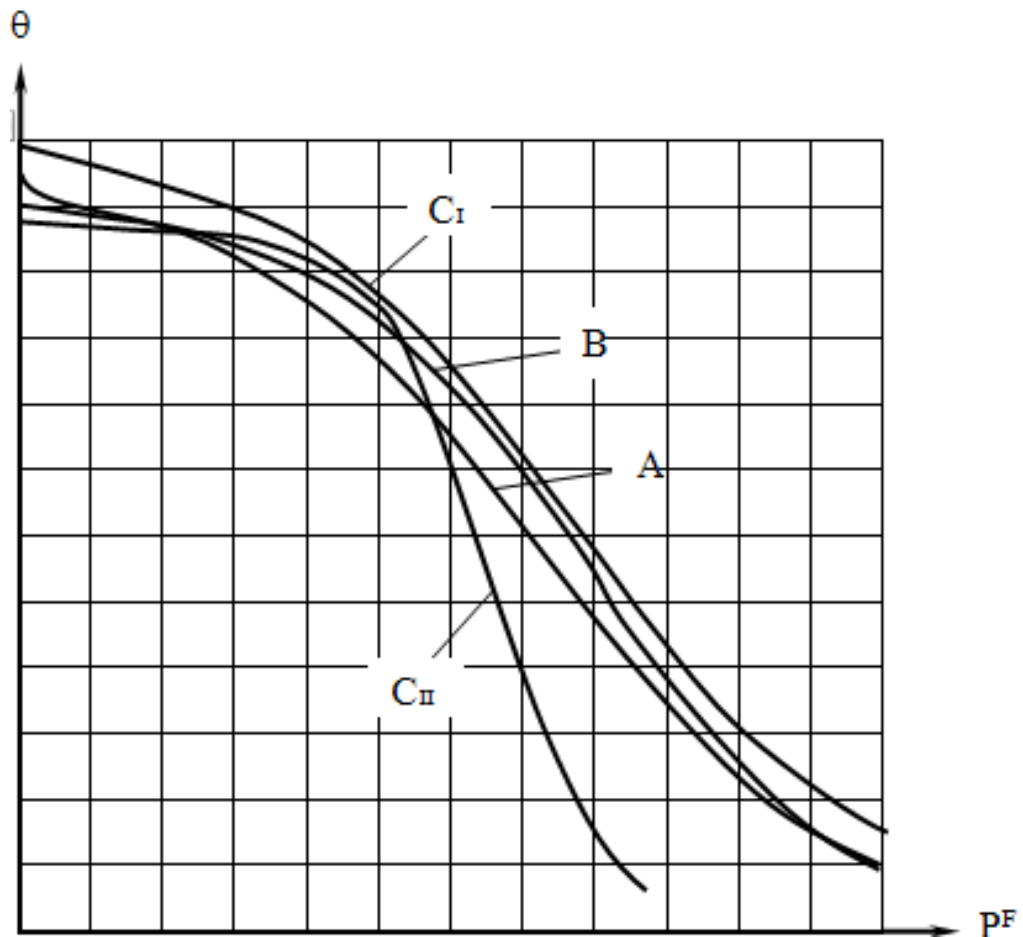
$$\theta = \frac{\theta_0}{1 + \left(\frac{\Psi}{\Psi_0}\right)^m} \quad (4.1)$$

որտեղ՝ m և Ψ_* պարամետրերի արժեքները ստացվել են կորերից և ամփոփված են ստորև բերված աղյուսակում:

Աղյուսակ 4.5

m և Ψ_* պարամետրերի արժեքները ըստ հորիզոնների

Հողի շերտերը	m	Ψ_*
$A(0 \dots 32)$ սմ	0.365	921.47
$B(32 \dots 62)$ սմ	0.425	2029.2
$C_I(62 \dots 87)$ սմ	0.378	1577.9
$C_{II}(87 \dots 125)$ սմ	0.912	309.8



Նկ.4.1. $\theta = \varphi(P^F)$ գրաֆիկները հողի A , B , C_I և C_{II} շերտերի համար

Գրաֆիկներից ստացվել են θ_0 -ի հետևյալ արժեքները (աղյուսակ 4.6).

θ_0 -ի արժեքները ըստ հողի շերտերի

Հողի շերտերը	θ_0									
	$A(0 \dots 32)$ սմ	58.30	56.29	54.27	52.26	50.25	48.24	46.23	44.22	42.21
$B(32 \dots 62)$ սմ	56.44	54.49	52.54	50.60	48.65	46.71	44.76	42.81	40.87	38.92
$C_I(62 \dots 87)$ սմ	60.19	58.11	56.04	53.96	51.88	49.81	47.73	45.66	43.58	41.51
$C_{II}(87 \dots 125)$ սմ	55.03	53.12	51.23	49.33	47.44	45.54	43.64	41.74	39.85	37.95

$K(\Psi)$ կախվածության որոշման համար կարող ենք գրել հետևյալ արտահայտությունները.

$$K = \begin{cases} M \left(\frac{q - q_1}{\Psi_1^2} + B_{q_1}(2p + 1, -2p + 1) \right), & \text{երբ } \Psi \leq \Psi_1 \\ MB_q(2p + 1, -2p + 1), & \text{երբ } \Psi_1 \leq \Psi \leq \Psi_2 \\ M \frac{\Psi_2}{\Psi} B_{q_2}(2p + 1, -2p + 1), & \text{երբ } \Psi > \Psi_2 \end{cases} \quad (4.2)$$

որտեղ՝ B_q -ն բետա-ֆունկցիան է՝ $q = \theta/\theta_0$, $p = 1/m$, $q_1 = q(\Psi_1)$, $q_2 = q(\Psi_2)$, $\lg \Psi_2 \approx 3.8$,

$\lg \Psi_1 = 1$, M -ը և Ψ_1 -ը պարամետրեր են:

M պարամետրը որոշվում է՝ կախված ֆիլտրացիայի գործակցից համապատասխան P^F արժեքների դեպքում (աղ. 4.7):

(4.2) հավասարման օգտագործումը զգալի չափով բարդացնում է ջրափոխանակման խնդրի լուծման ընթացքը: Հաշվի առնելով այն փաստը, որ K -ի և Ψ -ի կախվածությունը գրեթե զծային է, կարելի (4.2) արտահայտությունը ապրոկսիմացնել և հաշվարկներում կիրառել հետևյալ ավելի պարզ արտահայտությունները [4].

$$K = \begin{cases} K_\Psi, & \text{երբ } \Psi < \Psi_1 \\ A\Psi^n, & \text{երբ } \Psi_2 > \Psi > \Psi_1 \\ A_1\Psi^{-1}, & \text{երբ } \Psi > \Psi_2 \end{cases} \quad (4.3)$$

որտեղ՝ A , A_1 և n -ը հաստատուններ են որոնց արժեքները բերված են աղյուսակ 4.8-ում:

lgk արժեքները կախված P^F -ից և M-ից

Հողի շերտերը	lgM	P^F												
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
<i>A</i>	-0.36	2	2	2	1.1	0.18	-0.78	-1.78	-2.82	-3.71	-4.21	-4.71	-5.21	-5.7
<i>B</i>	-1.08	1.8	1.8	1.8	1	0.14	-0.78	-1.74	-2.76	-3.65	-4.15	-4.65	-5.15	-5.65
<i>C_I</i>	-1.17	1.6	1.6	1.6	0.7	-0.18	-1.12	-2.1	-3.12	-4.01	-4.51	-5.01	-5.51	-6.01
<i>C_{II}</i>	0.16	1.6	1.6	1.6	0.9	0.14	-0.84	-2.02	-3.36	-4.49	-4.99	-5.49	-5.99	-6.49

A, A_1 և n հաստատունների արժեքները

Հողի շերտերը	A	A_1	n
$A(0 \dots 32)$ սմ	0.0056	0.0011	-1.91
$B(32 \dots 62)$ սմ	0.0052	0.0014	-1.84
$C_I(62 \dots 87)$ սմ	0.0036	0.00084	-1.88
$C_{II}(87 \dots 125)$ սմ	0.002	0.00024	-2.03

Հաշվարկներում օգտագործվող ջրատար շերտերը բնութագրող չափագուրկ պարամետրերը բերված են հետևյալ աղյուսակում.

Ջրատար շերտերը բնութագրող չափագուրկ պարամետրերը

A^0	B_1^0	B_1^{*0}	B_2^0
2	0.001	1	0.5
30	0.1	2	0.7
60	1	2	6
80	2	5	10

Շառավիղ վեկտորի և ժամանակի չափագուրկ պարամետրերը որոշվում են (2.27) և (2.13) արտահայտություններով, որոնց արժեքները ամփոփված են աղյուսակ 4.10-ում:

Շառավիղ վեկտորի և ժամանակի չափագուրկ պարամետրերը

τ	0.05	0.1	0.5	1	10	40
\bar{r}	0.001	0.01	0.1	1	2	3

Ջրհանման տարբեր ռեժիմների դեպքում ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկների համար բացի վերը նշված տվյալներից անհրաժեշտ են նաև փորձնական տվյալներ, որոնք վերցված են [19] աշխատանքից: Այդ տվյալները ներկայացված են աղյուսակ 4.11-ում:

Աղյուսակ 4.11

Հաշվարկներում օգտագործվող փորձնական տվյալները (Q և T)

Ջրհանման ռեժիմները	Ջրհանման մեծությունը Q, մ ³ /օր	Ջրահաղորդականությունը T, մ ² /օր
Ներքին ճնշումային ջրատար շերտից	2600	1000
Վերին ճնշումային ջրատար շերտից	1000	500
Երկու ճնշումային ջրատար շերտերից միաժամանակ	8600	2000

4.2 Բլոկ-սխեմայով և ալգորիթմական ծրագրով ինֆիլտրացիոն մոդուլի իտերացիոն հաշվարկը

Ինֆիլտրացիոն մոդուլի որոշումը աերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ջրափոխանակման ազդեցությամբ իրականացվում է իտերացիոն հաշվարկների միջոցով հատուկ բլոկ-սխեմայով և ալգորիթմական ծրագրով: Հաշվարկները կատարվում է այդ նպատակով կազմված WATEXCH ծրագրի միջոցով: Ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկման բլոկ-սխեման պատկերված է նկ. 4.2-ում, որի հիման վրա կազմվել և աշխատում է ամբողջ ծրագիրը:

WATEXCH ծրագիրը իր աշխատանքը սկսում է ելակետային տվյալների ներմուծմամբ: Համակարգում տվյալների ներմուծումը իրականացվում է ծրագրային ինտերֆեյսի վրա նախատեսված հատուկ դաշտերում (վանդակներում), որտեղ էլ լրացվում են մուտքային տվյալների համապատասխան արժեքները:

Ընտրվում է խնդրի համարը՝ ka=1,2,3 (բլոկ-սխեմայում երրորդ բլոկը), որտեղ 1,2,3 թվերով ընտրվում են ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմները, համապատասխանաբար՝

1-ը երբ ջրհանումը կատարվում է ներքին ճնշումային ջրատար շերտից

2-ը երբ ջրհանումը կատարվում է վերին ճնշումային ջրատար շերտից

3-ը երբ ջրհանումը կատարվում է ճնշումային երկու շերտերից միաժամանակ:
 Հաջորդիվ սկսվում է ջրաիջեցման արժեքների որոշումը ըստ հորիզոնների (բլոկ-սխեմայում 4-րդ բլոկը) և հիմնական ծրագիրը կանչում է PRSARC HID ենթածրագիրը, որը հաշվարկում է $SRO_{i,j,k}$ գանգվածները, որոնք հենց գրունտային ջրերի իջեցումներն են $i = 1 \dots me$, $j = 1 \dots nkk$ և $k = 1,2,3$ դեպքերում: Հաշվարկների արդյունքում տպվում են SRO արժեքները (բլոկ-սխեմայում 5-րդ բլոկը):

PRSARC HID-ի աշխատանքից հետո սկսվում է իտերացիոն գործընթացը և որոշվում են S_{i0} արժեքները, երբ $i = 1 \dots me$ կախված ինֆիլտրացիոն մոդուլից (SQE1) և ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմներից՝ ka, (բլոկ-սխեմայում 6-9 բլոկները):

Այնուհետև $IRK = 1 \dots nkk$ դաքերում որոշվում է գրունտային ջրերի մակարդակը՝ ԳՋՀ (hky), երբ $i = 1 \dots me$, (բլոկ-սխեմայում 10-13 բլոկները), որից հետո լուծվում է ուղղաձիգ ջրափոխանակման (3.6) դիֆերենցիալ հավասարումը (14-րդ բլոկը):

Այս խնդրի լուծման համար համակարգի գլխավոր ծրագիրը օգտագործում է ISP, SOUR, BOUND, HYDCON, BMR, OUTPUT ենթածրագրերը որոնց նշանակությունները բերված են §3.3-ում:

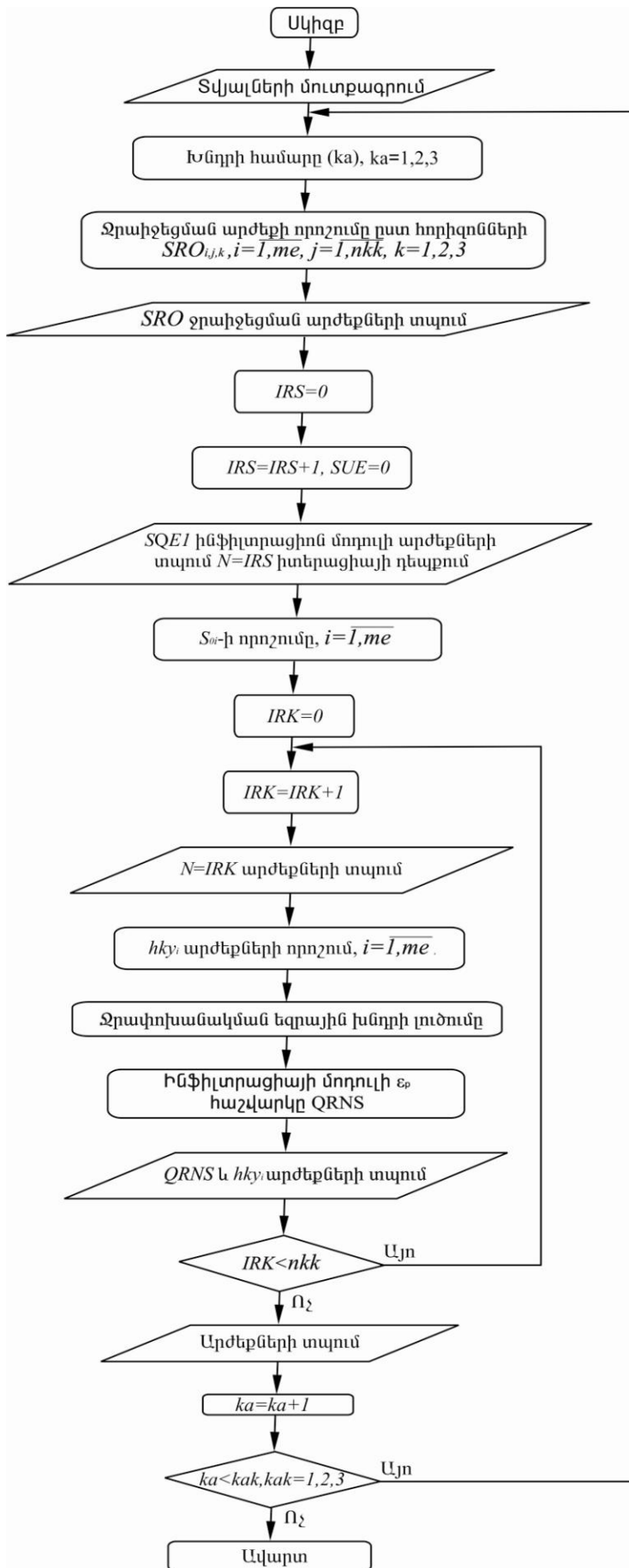
Ջրափոխանակման խնդրի լուծումից հետո հաշվարկվում է ինֆիլտրացիոն մոդուլը (QRNS) և տպվում են (QRNS) և (hky) արժեքները (14,15-րդ բլոկներ): Եթե $IRK < nkk$ կատարվում է անցում $IRK + 1$ գոտի r շառավիղով (16-րդ բլոկ):

Գործընթացը շարունակվում է այնքան ժամանակ, մինչև $IRK = nkk$: Արդյունքում որոշվում է միջինացված ինֆիլտրացիոն մոդուլի արժեքը՝ (SUE): Եթե (SUE)-ի և (SQE1)-ի մոտավորությունը մեզ չի բավարարում, ապա ինֆիլտրացիոն մոդուլի համար ընդունում ենք $(SUE + SQE1)/2$, որից հետո ամբողջ իտերացիոն գործընթացը կրկնվում է: Սովորաբար բավարար է լինում իրականացնել 3-4 իտերացիա:

Նշված գործընթացները կարող են իրականացվել ջրհանման տարբեր ռեժիմների համար՝ սկսած ka-ից մինչև kak, որտեղ $kak=1,2,3$:

Ծրագրի աշխատանքի արդյունքում տպվում են հետևյալ ինֆորմացիաները և արժեքները.

1. Խնդրի համարը՝ $ka=1,2,3$



Նկ. 4.2. Ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկման WATEXCH ծրագրի բլոկ-սխեման

2. *SRO* ջրաիջեցման արժեքները կախված ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմներից

3. $N = ISK$ խտրացիայի դեպքում *SQE1*-ի արժեքները

4. $N = IRK$

5. *IRK* շերտում *QRNS* ինֆիլտրացիոն մոդուլի և գրունտային ջրերի հորիզոնի հե0 արժեքները

6. Ինֆիլտրացիոն մոդուլի գունարային հոսքը՝ *SQE1*, որը միջինացվում է ըստ ջրհորի ազդեցության շառավղի (*R*) և հաշվարկային Δt ժամանակամիջոցի:

7. S_{i0} -ի արժեքները $i = 1 \dots me$ դեպքերում:

WATEXCH ծրագիրը և նրա կողմից իրականացվող ամբողջ խտրացիոն գործընթացը ներկայացված է հավելվածում:

4.3 Ինֆիլտրացիոն մոդուլի թվային լուծման հաշվարկային տվյալները և արդյունքների ներկայացումը էմպիրիկ բանաձևերով

WATEXCH ծրագրի կողմից §4.1-ում բերված ելակետային տվյալների դեպքում կատարված հաշվարկների արդյունքում ստացվել են ջրաիջեցման և ինֆիլտրացիոն մոդուլի արժեքները հողի չորս շերտերի համար՝ $A(0 \dots 32)$ սմ, $B(32 \dots 62)$ սմ, $C_I(62 \dots 87)$ սմ, $C_{II}(87 \dots 125)$ սմ : Այդ արժեքները ամփոփված են աղյուսակ 4.12-ում:

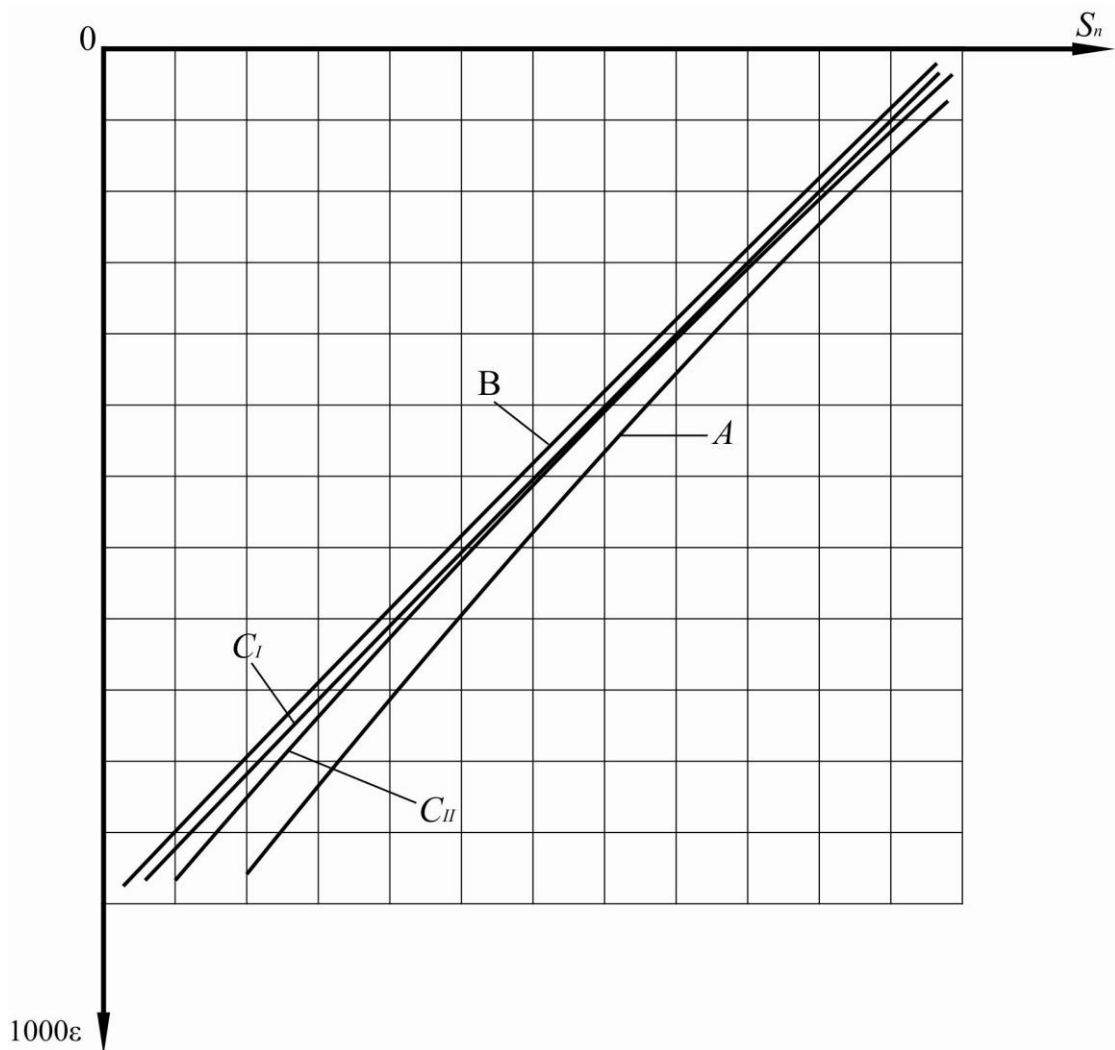
Աղյուսակ 4.12

Ինֆիլտրացիայի մոդուլի և ջրաիջեցման արժեքները

<i>N</i>	<i>S(r, t)</i>	$\ln S_n$	1000ε _p (մ/օր)			
			$A(0 \dots 32)$ սմ	$B(32 \dots 62)$ սմ	$C_I(62 \dots 87)$ սմ	$C_{II}(87 \dots 125)$ սմ
1	3.672	1.30	-0.521	-0.502	-0.506	-0.508
2	3.743	1.32	-0.520	-0.502	-0.507	-0.508
3	3.744	1.32	-0.519	-0.503	-0.507	-0.508
4	3.756	1.32	-0.517	-0.503	-0.507	-0.509
5	3.815	1.34	-0.515	-0.504	-0.506	-0.507
6	3.891	1.36	-0.502	-0.479	-0.485	-0.487
7	3.897	1.36	-0.501	-0.480	-0.485	-0.486
8	3.908	1.36	-0.500	-0.480	-0.484	-0.486
9	4.029	1.39	-0.497	-0.481	-0.484	-0.485
10	4.108	1.41	-0.494	-0.481	-0.484	-0.485

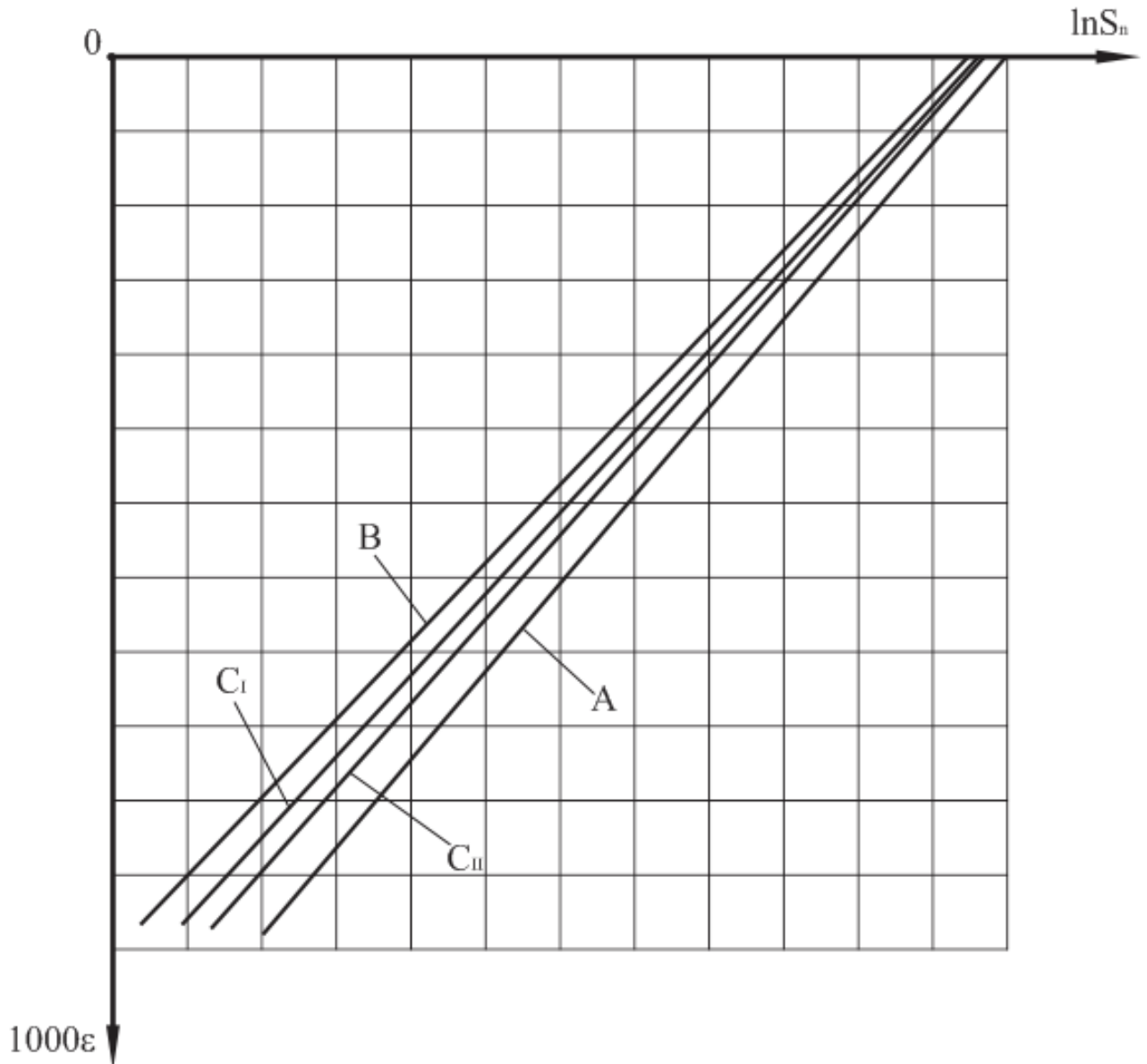
աղյուսակ 4.12-ի շարունակությունը						
11	4.117	1.42	-0.387	-0.372	-0.375	-0.376
12	4.124	1.42	-0.387	-0.373	-0.375	-0.377
13	4.132	1.42	-0.386	-0.373	-0.375	-0.376
14	4.175	1.43	-0.384	-0.373	-0.375	-0.376
15	4.195	1.43	-0.382	-0.373	-0.375	-0.375
16	4.215	1.44	-0.373	-0.359	-0.361	-0.362
17	4.221	1.44	-0.372	-0.359	-0.361	-0.361
18	4.252	1.45	-0.371	-0.359	-0.361	-0.361
19	4.276	1.45	-0.369	-0.360	-0.360	-0.361
20	4.280	1.45	-0.369	-0.360	-0.360	-0.360

Աղյուսակ 4.12-ի տվյալներով WATEXCH ծրագիրը կառուցում է ինֆիլտրացիոն մոդուլի և ջրաիջեցման կախվածությունը պատկերող $\varepsilon_p = \varphi(S_n)$ կորերը հողի համապատասխանաբար $A(0 \dots 32)$ սմ, $B(32 \dots 62)$ սմ, $C_I(62 \dots 87)$ սմ, $C_{II}(87 \dots 125)$ սմ շերտերի համար (նկ. 4.3):



Նկ. 4.3. Ինֆիլտրացիոն մոդուլի կախվածությունը ջրաիջեցման արժեքներից

Ինֆիլտրացիոն մոդուլի և գրունտային ջրերի հորիզոնի միջև ֆունկցիոնալ կապի հաստատման համար կառուցվել է $\varepsilon_p = \varphi(\ln S_n)$ գրաֆիկը՝ նկ.4.4:



Նկ. 4.4. $\varepsilon_p = \varphi(\ln S_n)$ գրաֆիկները

Նկ.4.4-ում պատկերված գրաֆիկից ստացվել է հետևյալ արտահայտությունը [2].

$$\ln S = -k(1000\varepsilon) + \ln b \quad (4.4)$$

որտեղ՝ k -ն անկյունային գործակիցն է, $\ln b$ -ն $\ln S_n$ առանցքի վրա հատված է:

(4.4) բանաձևից k գործակցի համար ստացվել է հետևյալ արտահայտությունը.

$$k = -\frac{\sum_{i=1}^n 1000\varepsilon_i \ln S_n / b}{\sum_{i=1}^n (1000\varepsilon_i)^2} \quad (4.5)$$

Անկյունային գործակցի (**k**) որոշման ելակետային տվյալները և ընդհանուր հաշվարկը հողի համապատասխան շերտերի համար բերված են աղյուսակներ 4.13, 4.14, 4.15 և 4.16-ում:

Աղյուսակ 4.13

k գործակցի որոշման ելակետային տվյալները հողի **A** շերտի համար

Հողի շերտը	N	S_n	$\ln S_n$	$\ln S_n/b$	$1000\varepsilon_i$	$(1000\varepsilon_i)^2$	$1000\varepsilon_i \ln S_n/b$
1	2	3	4	5	6	7	8
A(0 ... 32)սմ $A^0 = 2, \dots, 100$ $\ln b = 1.66$	1	3.672	1.30	-0.359	-0.521	0.271	0.187
	2	3.743	1.32	-0.340	-0.52	0.27	0.177
	3	3.744	1.32	-0.340	-0.519	0.269	0.176
	4	3.756	1.32	-0.337	-0.517	0.265	0.174
	5	3.815	1.34	-0.321	-0.515	0.265	0.165
	6	3.891	1.36	-0.301	-0.502	0.252	0.151
	7	3.897	1.36	-0.300	-0.501	0.251	0.150
	8	3.908	1.36	-0.297	-0.500	0.250	0.148
	9	4.029	1.39	-0.266	-0.497	0.247	0.132
	10	4.108	1.41	-0.247	-0.494	0.244	0.122
	11	4.117	1.42	-0.245	-0.387	0.149	0.095
	12	4.124	1.42	-0.243	-0.387	0.149	0.094
	13	4.132	1.42	-0.241	-0.386	0.148	0.093
	14	4.175	1.43	-0.231	-0.384	0.147	0.089
	15	4.195	1.43	-0.226	-0.382	0.145	0.086
	16	4.215	1.44	-0.221	-0.373	0.139	0.083
	17	4.221	1.44	-0.220	-0.372	0.138	0.082
	18	4.252	1.45	-0.213	-0.371	0.137	0.079
	19	4.276	1.45	-0.207	-0.369	0.136	0.076
	20	4.280	1.45	-0.206	-0.369	0.136	0.076
Գումարը						4.008	2.437

Օգտագործելով աղյուսակ 4.13-ի տվյալները (4.5)-ից՝ կստանանք k գործակցի համար հետևյալ արժեքը՝

$$k = -\frac{2.437}{4.008} = -0.608$$

Տեղադրելով k գործակցի արժեքը (4.4) հավասարման մեջ՝ կստանաք հողի A շերտի համար ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկման համար հետևյալ բանաձևը՝

$$1000\varepsilon_p = 1.645 \ln S_n - 2.73 \quad (4.6)$$

Աղյուսակ 4.14

k գործակցի հաշվարկային տվյալները հողի B շերտի համար

Հողի շերտը	N	S_n	$\ln S_n$	$\ln S_n/b$	$1000\varepsilon_i$	$(1000\varepsilon_i)^2$	$1000\varepsilon_i \ln S_n/b$
1	2	3	4	5	6	7	8
$B(32 \dots 62)$ և $A^0 = 2, \dots, 100$ $\ln b = 1.61$	1	3.672	1.30	-0.31	-0.502	0.252	0.155
	2	3.743	1.32	-0.29	-0.502	0.252	0.146
	3	3.744	1.32	-0.29	-0.503	0.253	0.146
	4	3.756	1.32	-0.29	-0.503	0.253	0.144
	5	3.815	1.34	-0.27	-0.504	0.254	0.137
	6	3.891	1.36	-0.25	-0.479	0.229	0.120
	7	3.897	1.36	-0.25	-0.48	0.230	0.120
	8	3.908	1.36	-0.25	-0.48	0.230	0.119
	9	4.029	1.39	-0.22	-0.481	0.231	0.104
	10	4.108	1.41	-0.20	-0.481	0.231	0.095
	11	4.117	1.42	-0.19	-0.372	0.138	0.072
	12	4.124	1.42	-0.19	-0.373	0.139	0.072
	13	4.132	1.42	-0.19	-0.373	0.139	0.071
	14	4.175	1.43	-0.18	-0.373	0.139	0.067
	15	4.195	1.43	-0.18	-0.373	0.139	0.066
	16	4.215	1.44	-0.17	-0.359	0.129	0.062
	17	4.221	1.44	-0.17	-0.359	0.129	0.061
	18	4.252	1.45	-0.16	-0.359	0.129	0.058
	19	4.276	1.45	-0.16	-0.36	0.130	0.057
	20	4.280	1.45	-0.16	-0.36	0.130	0.056
Գումարը						3.758	1.928

k գործակցի համար աղյուսակ 4.14-ի տվյալներով կստացվի հետևյալ արժեքը՝

$$k = -\frac{1.928}{3.758} = -0.513$$

Հողի B շերտի համար ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկման համար կատացվի հետևյալ քանաձևը՝

$$1000\varepsilon_p = 1.949 \ln S_n - 3.138 \quad (4.7)$$

Աղյուսակ 4.15

k գործակցի հաշվարկային տվյալները հողի C_I շերտի համար

Հողի շերտը	N	S_n	$\ln S_n$	$\ln S_n/b$	$1000\varepsilon_i$	$(1000\varepsilon_i)^2$	$1000\varepsilon_i \ln S_n/b$
1	2	3	4	5	6	7	8
$C_I(62 \dots 87)$ և $A^0 = 2, \dots, 100$ $\ln b = 1.62$	1	3.672	1.30	-0.32	-0.506	0.256	0.162
	2	3.743	1.32	-0.30	-0.507	0.257	0.152
	3	3.744	1.32	-0.30	-0.507	0.257	0.152
	4	3.756	1.32	-0.30	-0.507	0.257	0.150
	5	3.815	1.34	-0.28	-0.506	0.256	0.142
	6	3.891	1.36	-0.26	-0.485	0.235	0.127
	7	3.897	1.36	-0.26	-0.485	0.235	0.126
	8	3.908	1.36	-0.26	-0.484	0.234	0.124
	9	4.029	1.39	-0.23	-0.484	0.234	0.110
	10	4.108	1.41	-0.21	-0.484	0.234	0.100
	11	4.117	1.42	-0.20	-0.375	0.141	0.077
	12	4.124	1.42	-0.20	-0.375	0.141	0.076
	13	4.132	1.42	-0.20	-0.375	0.141	0.075
	14	4.175	1.43	-0.19	-0.375	0.141	0.072
	15	4.195	1.43	-0.19	-0.375	0.141	0.070
	16	4.215	1.44	-0.18	-0.361	0.130	0.065
	17	4.221	1.44	-0.18	-0.361	0.130	0.065
	18	4.252	1.45	-0.17	-0.361	0.130	0.062
	19	4.276	1.45	-0.17	-0.36	0.130	0.060
	20	4.280	1.45	-0.17	-0.36	0.130	0.060
Գումարը						3.810	2.028

k գործակցի համար աղյուսակ 4.15-ի տվյալներով կատացվի հետևյալ արժեքը՝

$$k = -\frac{2.028}{3.810} = -0.532$$

Հողի C_I շերտի համար ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկման համար կատացվի հետևյալ բանաձևը՝

$$1000\varepsilon_p = 1.879 \ln S_n - 3.045 \quad (4.8)$$

Աղյուսակ 4.16

k գործակցի հաշվարկային տվյալները հողի C_{II} շերտի համար

Հողի շերտը	N	S_n	$\ln S_n$	$\ln S_n/b$	$1000\varepsilon_i$	$(1000\varepsilon_i)^2$	$1000\varepsilon_i \ln S_n/b$
1	2	3	4	5	6	7	8
$C_{II}(87 \dots 125)$ և $A^0 = 2, \dots, 100$ $\ln b = 1.63$	1	3.672	1.30	-0.33	-0.508	0.258	0.167
	2	3.743	1.32	-0.31	-0.508	0.258	0.158
	3	3.744	1.32	-0.31	-0.508	0.258	0.157
	4	3.756	1.32	-0.31	-0.509	0.259	0.156
	5	3.815	1.34	-0.29	-0.507	0.257	0.148
	6	3.891	1.36	-0.27	-0.487	0.237	0.132
	7	3.897	1.36	-0.27	-0.486	0.236	0.131
	8	3.908	1.36	-0.27	-0.486	0.236	0.130
	9	4.029	1.39	-0.24	-0.485	0.235	0.115
	10	4.108	1.41	-0.22	-0.485	0.235	0.105
	11	4.117	1.42	-0.21	-0.376	0.141	0.081
	12	4.124	1.42	-0.21	-0.377	0.142	0.080
	13	4.132	1.42	-0.21	-0.376	0.141	0.079
	14	4.175	1.43	-0.20	-0.376	0.141	0.076
	15	4.195	1.43	-0.20	-0.375	0.141	0.074
	16	4.215	1.44	-0.19	-0.362	0.131	0.069
	17	4.221	1.44	-0.19	-0.361	0.130	0.069
	18	4.252	1.45	-0.18	-0.361	0.130	0.066
	19	4.276	1.45	-0.18	-0.361	0.130	0.064
	20	4.280	1.45	-0.18	-0.36	0.130	0.063
Գումարը						3.829	2.120

k գործակցի համար աղյուսակ 4.16-ի տվյալներով կատացվի հետևյալ արժեքը՝

$$k = -\frac{2.120}{3.829} = -0.553$$

Հողի C_H շերտի համար ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկման համար կատարվի հետևյալ բանաձևը՝

$$1000\varepsilon_p = 1.808 \ln S_n - 2.947 \quad (4.9)$$

Հողագրունտներում կախված ջրաիջեցման արժեքներից ինֆիլտրացիոն մոդուլի մեծությունը որոշվում է (4.6), (4.7), (4.8) և (4.9) բանաձևերով [2]:

4.4 Վերին ջրատար շերտի ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևերի լուսաբանումը թվային լուծումներով աերացիայի գոտում ջրափոխանակության ազդեցության կիրառմամբ

Վերին ջրատար շերտի ջրաիջեցման հաշվարկների համար օգտվենք երկրորդ գլխում ներկայացված բանաձևերից՝ որպես ելակետային տվյալներ ընդունելով §4.1-ում բերված տվյալները: Վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման փոքր ժամանակների համար գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումը ջրատար շերտի ցանկացած կետում որոշվում է §2.3-ում ներկայացված հետևյալ բանաձևով՝

$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q_1}{4\pi T_1} R_i^q(r,t) \quad (i = 0,1,2)$$

Չափագորկ պարամետրերը որոշվում են հետևյալ կերպ՝

$$d_1 = B_1^{*0} + B_2^0 + B_1^{*0}B_2^0 = 5 + 10 + 5 \cdot 10 = 65$$

$$d_2 = B_2^0 B_1^{*0} \bar{e} = 10 \cdot 5 \cdot (-0.3) = -15$$

$$\bar{e} = \varepsilon G = -0.0004 \cdot 750 = -0.3$$

$$f_1 = 1 + B_1^0 + B_1^{*0} + B_2^0 = 1 + 2 + 5 + 10 = 18$$

$$c = A^0 B_1^0 + B_2^0 = 9.2 \cdot 2 + 10 = 28.4$$

$$\delta_1 = B_1^{*0} \bar{e} = 5 \cdot (-0.3) = -1.5$$

$$N = A^0 - 1 = 9.2 - 1 = 8.2$$

Ջրհանման փոքր ժամանակների համար $S_{i0}(t)$ -ի արժեքները որոշվում են (2.36) բանաձևերով՝

$$S_{00}(t) = -\frac{\delta_1 b_0^3 t^3}{6} - \bar{e} b_0 t = \frac{1.5 \cdot 0.012^3 \cdot 1.25^3}{6} - (-0.3) \cdot 0.012 \cdot 1.25 = 0.004 \text{մ}$$

$$S_{10}(t) = -\frac{\delta_1 b_0^2 t^2}{2} = \frac{1.5 \cdot 0.012^2 \cdot 1.25^2}{2} = 0.0002 \text{մ}$$

$$S_{20}(t) = -\frac{d_2 b_0^3 t^3}{6} = \frac{15 \cdot 0.012^2 \cdot 1.25^3}{6} = 0.0007 \text{մ}$$

$$\frac{Q_1}{4\pi T_1} = \frac{1000}{4 \cdot 3.14 \cdot 500} = 0.159 \text{մ}$$

Երբ $r = 14$

Չափագորկ հիդրավիկական դիմադրությունները որոշվում են հետևյալ կերպ.

$$R_{0\text{փ}}^{\text{վ}}(r, t) = b_0 \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = 0.012 \cdot (-5.869) = -0.071$$

$$R_{1\text{փ}}^{\text{վ}}(r, t) = E_i \left(\frac{r^2}{4a_1 t} \right) = -5.61$$

$$\frac{r^2}{4a_1 t} = \frac{14^2}{4 \cdot 19.2 \cdot 10^3 \cdot 1.25} = 0.002$$

$$R_{2\text{փ}}^{\text{վ}}(r, t) = \frac{B_2^0 b_0}{N} \left(\varphi_1 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) - \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) \right) = 0.012(-8.742 + 5.869) = -0.034$$

$$\frac{B_2^0 b_0}{N} = \frac{10 \cdot 0.012}{8.2} = 0.012$$

որտեղ՝ $\varphi_1(r^2/a_1, t)$ արժեքները վերցված են աղյուսակներից կախված r -ից և t -ից [113]:

$E_i(x)$ արժեքների որոշման համար WATEXCH ծրագրում ներառված է առանձին պատուհան, որտեղ ներմուծելով x -ի արժեքները ստացվում են $E_i(x)$, $-E_i(-x)$ մեծությունները [3]:

Ջրաիջեցման արժեքները այս դեպքում կստացվեն՝

$$S_0(r, t) = 0.004 + 0.159 \cdot 0.071 = 0.015 \text{մ}$$

$$S_1(r, t) = 0.0002 + 0.159 \cdot 5.61 = 0.892 \text{մ}$$

$$S_2(r, t) = 0.0007 + 0.159 \cdot 0.034 = 0.006 \text{մ}$$

Երբ $r = 0.1$

Չափագորկ հիդրավիկական դիմադրությունները՝

$$R_{0\text{փ}}^{\text{վ}}(r, t) = b_0 \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = 0.012 \cdot (-18.96) = -0.227$$

$$R_{1\text{փ}}^{\text{վ}}(r, t) = E_i \left(\frac{r^2}{4a_1 t} \right) = -15.5$$

$$\frac{r^2}{4a_1 t} = \frac{0.1^2}{4 \cdot 19.2 \cdot 10^3 \cdot 1.25} = 10^{-6}$$

$$R_{2\varphi}^u(r, t) = \frac{B_2^0 b_0}{N} \left(\varphi_1 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) - \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) \right) = 0.012(-22.81 + 18.96) = -0.046$$

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները ջրաիջեցումների համար կստանանք.

$$S_0(r, t) = 0.004 + 0.159 \cdot 0.227 = 0.04\text{մ}$$

$$S_1(r, t) = 0.0002 + 0.159 \cdot 15.5 = 2.46\text{մ}$$

$$S_2(r, t) = 0.0007 + 0.159 \cdot 0.046 = 0.008\text{մ}$$

երբ $r = 56$

Չափագուրկ հիդրավլիկական դիմադրությունները կլինեն.

$$R_{0\varphi}^u(r, t) = b_0 \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) = 0.012 \cdot (-2.636) = -0.032$$

$$R_{1\varphi}^u(r, t) = E_i \left(\frac{r^2}{4a_1 t} \right) = -2.81$$

$$\frac{r^2}{4a_1 t} = \frac{56^2}{4 \cdot 19.2 \cdot 10^3 \cdot 1.25} = 0.0326$$

$$R_{2\varphi}^u(r, t) = \frac{B_2^0 b_0}{N} \left(\varphi_1 \left(\frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) - \varphi_1 \left(\frac{r^2}{a_1}, t \right) \right) = 0.012(-5.53 + 2.81) = -0.033$$

Ջրաիջեցումների համար կստանանք.

$$S_0(r, t) = 0.004 + 0.159 \cdot 0.032 = 0.009\text{մ}$$

$$S_1(r, t) = 0.0002 + 0.159 \cdot 2.81 = 0.45\text{մ}$$

$$S_2(r, t) = 0.0007 + 0.159 \cdot 0.033 = 0.006\text{մ}$$

Ուղղաձիգ դրենաժով վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման փոքր ժամանակների համար ջրաիջեցման հաշվարկները ամփոփված են աղյուսակ 4.17-ում:

Վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման մեծ ժամանակների համար ջրաիջեցումը որոշվում է (2.69) բանաձևով՝

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) + \frac{B_2^0 Q_1}{c 4\pi T_1} \left(R_\delta(r, t) + U_i^u K_0 \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} \right) \quad (i = 0, 1, 2)$$

$$U_0^u = U_1^u = \frac{A^0 B_1^0}{B_2^0} = \frac{9.2 \cdot 2}{10} = 1.84, \quad U_2^u = -2$$

Ջրահիջեցման հաշվարկների ամփոփումը վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման փոքր ժամանակների դեպքում

t, օր	0.67			1.25		
	r, մ	0.1	14	56	0.1	14
r^2/a_1	$5 \cdot 10^{-7}$	$8.7 \cdot 10^{-3}$	0.163	$5 \cdot 10^{-7}$	0.01	0.163
$\varphi_1(r^2/a_1, t)$	-9.87	-2.04	-0.58	-18.96	-5.869	-2.636
$R_{0\text{փ}}^u(r, t)$	-0.12	-0.02	-0.007	-0.227	-0.071	-0.032
$R_{1\text{փ}}^u(r, t)$	-12.6	-4.99	-2.16	-15.5	-5.61	-2.81
$r^2/4a_1 t$	$1.9 \cdot 10^{-6}$	0.004	0.06	10^{-6}	0.002	0.0326
$\varphi_1(r^2/A^0 a_1, t)$	-13.6	-3.64	-2.11	-22.81	-8.742	-5.530
$R_{2\text{փ}}^u(r, t)$	-0.045	-0.02	-0.02	-0.046	-0.034	-0.033
$S_{00}(t)$	0.002	0.002	0.002	0.004	0.004	0.004
$S_{10}(t)$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
$S_{20}(t)$	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007
$S_0(r, t)$	0.02	0.006	0.003	0.04	0.015	0.009
$S_1(r, t)$	2.1	0.79	0.34	2.46	0.892	0.45
$S_2(r, t)$	0.008	0.004	0.003	0.008	0.006	0.006

$$\frac{B_2^0}{c} = \frac{10}{28.4} = 0.35$$

$$\frac{Q_1}{4\pi T_1} = \frac{1000}{4 \cdot 3.14 \cdot 500} = 0.159 \text{մ}$$

$S_{i0}(t)$ -ի արժեքները որոշվում են (2.46) բանաձևերով.

$$\begin{aligned} S_{00}(t) &= -\left(\frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - d_1 d_2 - f_1 d_2}{d_1^2} + \bar{e}\right) \\ &= -\left(\frac{-15}{65} \cdot 6 + \frac{-1.5 \cdot 65 + 65 \cdot 15 + 18 \cdot 15}{65^2} - 0.3\right) = 1.41 \text{մ} \\ S_{10}(t) &= -\left(\frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - f_1 d_2}{d_1^2}\right) = -\left(\frac{-15}{65} \cdot 6 + \frac{-1.5 \cdot 65 + 18 \cdot 15}{65^2}\right) = 1.64 \text{մ} \\ S_{20}(t) &= -\left(\frac{d_2}{d_1} \tau - \frac{f_1 d_2}{d_1^2}\right) = -\left(\frac{-15}{65} \cdot 6 - \frac{18 \cdot 15}{65^2}\right) = 1.44 \text{մ} \end{aligned}$$

եք $r = 14$

Չափագուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները և \bar{r} -ի արժեքները որոշվում են հետևյալ կերպ՝

$$R_\delta(r,t) = \ln \frac{2,25a^*t}{r_i^2} = \ln \frac{2,25 \cdot 9383 \cdot 600}{14^2} = 11.07$$

$$\bar{r} = \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} = \sqrt{\frac{14^2 \cdot 28.4 \cdot 0.012}{9.2 \cdot 19.2 \cdot 10^3}} = 0.018$$

Պիեզոհաղորդականության գործակցի համար կստանանք.

$$a^* = \frac{T}{\mu^*} = \frac{1500}{0.13 + 0.026 + 0.006} = 9259 \frac{\text{մ}^2}{\text{օր}}$$

Այս դեպքում $S_i(r,t)$ արժեքները ($i = 0,1,2$) դեպքերում կլինեն՝

$$S_0(r,t) = 1.41 + 0.159 \cdot 0.35(11.07 + 1.84 \cdot 4.16) = 2.45 \text{մ}$$

$$S_1(r,t) = 1.64 + 0.159 \cdot 0.35(11.07 + 1.84 \cdot 4.16) = 2.68 \text{մ}$$

$$S_2(r,t) = 1.44 + 0.159 \cdot 0.35(11.07 - 2 \cdot 4.16) = 1.59 \text{մ}$$

եք $r = 0.1$

$$R_\delta(r,t) = \ln \frac{2,25a^*t}{r_i^2} = \ln \frac{2,25 \cdot 9383 \cdot 600}{0.1^2} = 20.9$$

$$\bar{r} = \sqrt{\frac{r^2 c b_0}{A^0 a_1}} = \sqrt{\frac{0.1^2 \cdot 28.4 \cdot 0.012}{9.2 \cdot 19.2 \cdot 10^3}} = 0.00013$$

$$S_0(r,t) = 1.41 + 0.159 \cdot 0.35(20.9 + 1.84 \cdot 9.064) = 3.5 \text{մ}$$

$$S_1(r,t) = 1.64 + 0.159 \cdot 0.35(20.9 + 1.84 \cdot 9.064) = 3.73 \text{մ}$$

$$S_2(r,t) = 1.44 + 0.159 \cdot 0.35(20.9 - 2 \cdot 9.064) = 1.59\text{մ}$$

էրբ $r = 56$

$$R_\delta(r,t) = \ln \frac{2,25a^*t}{r_i^2} = \ln \frac{2.25 \cdot 9383 \cdot 600}{56^2} = 8.3$$

$$\bar{r} = \sqrt{\frac{r^2 cb_0}{A^0 a_1}} = \sqrt{\frac{56^2 \cdot 28.4 \cdot 0.012}{9.2 \cdot 19.2 \cdot 10^3}} = 0.077$$

$$S_0(r,t) = 1.41 + 0.159 \cdot 0.35(8.3 + 1.84 \cdot 2.72) = 2.15\text{մ}$$

$$S_1(r,t) = 1.64 + 0.159 \cdot 0.35(8.3 + 1.84 \cdot 2.72) = 2.38\text{մ}$$

$$S_2(r,t) = 1.44 + 0.159 \cdot 0.35(8.3 - 2 \cdot 2.72) = 1.59\text{մ}$$

Հաշվարկները ամփոփված են աղյուսակ 4.18-ում.

Աղյուսակ 4.18

Ջրափջեցման հաշվարկների ամփոփումը վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման մեծ ժամանակների դեպքում

t, օր	300($\tau = 3$)			600($\tau = 6$)		
r, մ	0.1	14	56	0.1	14	56
$R_\delta(r,t)$	20.3	10.38	7.61	20.9	11.07	8.3
$\bar{r} = \sqrt{r^2 cb_0 / A^0 a_1}$	0.00013	0.018	0.077	0.00013	0.018	0.077
$K_0 \bar{r}$	9.064	4.16	2.72	9.064	4.16	2.72
$S_{00}(t)$	0.72	0.72	0.72	1.41	1.41	1.41
$S_{10}(t)$	0.65	0.65	0.65	1.64	1.64	1.64
$S_{20}(t)$	0.75	0.75	0.75	1.44	1.44	1.44
$S_0(r,t)$	-	1.72	1.42	-	2.45	2.15
$S_1(r,t)$	2.71	1.65	1.35	3.73	2.68	2.38
$S_2(r,t)$	-	0.86	0.87	-	1.60	1.59

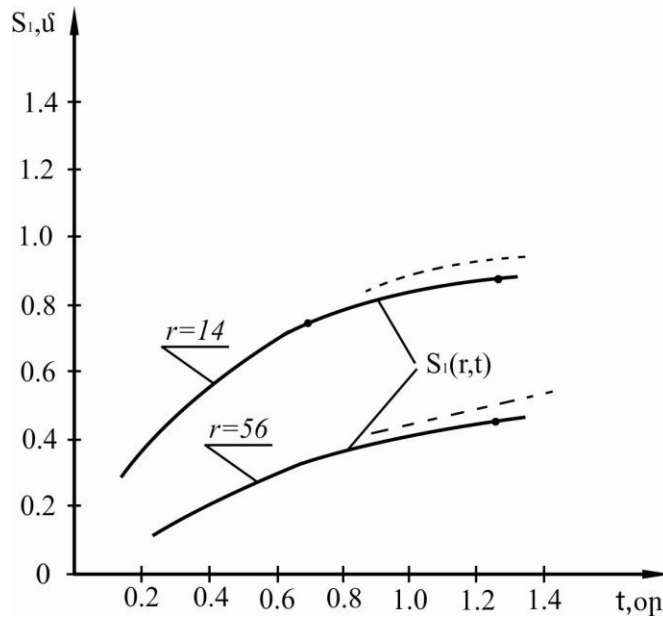
Ջրհանման ցանկացած ժամանակների համար չափագուրկ հիդրավլիկական դիմադրությունների արժեքները ($R_i^d(r, t)$) վերցված են [19] աշխատանքից՝ կախված \bar{r} -ից և τ -ից: Հաշվարկները ամփոփված են աղյուսակ 4.19-ում:

Աղյուսակ 4.19

Ջրաիջեցման հաշվարկների ամփոփումը վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման ցանկացած ժամանակների դեպքում

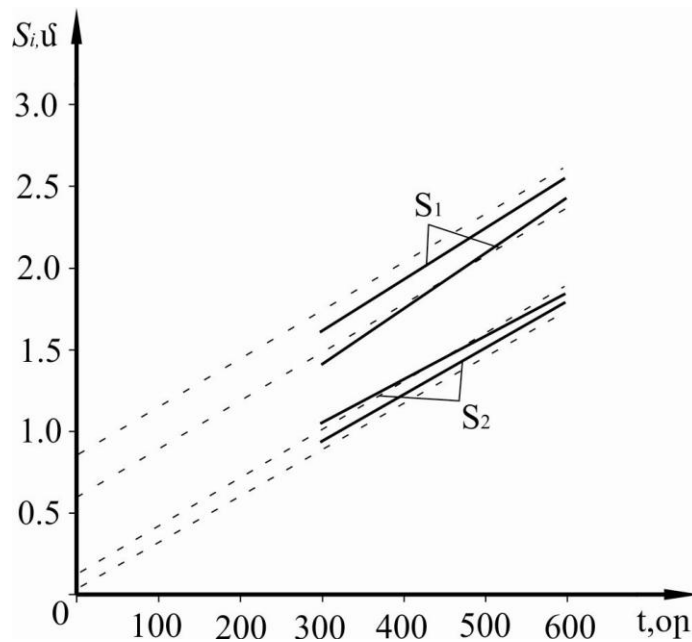
t, օր	200($\tau = 2$)			600($\tau = 6$)		
r, մ	0.1	14	56	0.1	14	56
$R_0^d(r, t)$	3	2.66	2.63	-	4	3.85
$R_1^d(r, t)$	20.1	9.49	5.72	20.76	10.83	6.92
$R_2^d(r, t)$	0.7	0.58	0.57	-	0.89	0.85
$S_{00}(t)$	0.46	0.46	0.46	1.34	1.34	1.34
$S_{10}(t)$	0.49	0.49	0.49	1.39	1.39	1.39
$S_{20}(t)$	0.37	0.37	0.37	1.26	1.26	1.26
$S_0(r, t)$	-	0.88	0.87	-	2.02	2
$S_1(r, t)$	3.68	2	1.4	4.69	3.11	2.49
$S_2(r, t)$	-	0.46	0.46	-	1.4	1.39

Աղյուսակ 4.17-ի տվյալներով կառուցվել է S_i -ի կախվածությունը ժամանակից պատկերող կորերը վերին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանման փոքր ժամանակների համար ջրհորից համապատասխանաբար 14մ և 56մ հեռավորությունների դեպքում: Ջրհանումը կատարվում է հաստատուն ելքով: Նույն գրաֆիկների վրա պատկերված են նաև ճշգրիտ բանաձևերով հաշվարկների տվյալներով կառուցված կորերը (ընդհատվող գծերով կորերը՝ նկ. 4.5): Նկար 4.5-ից և աղյուսակ 4.17-ից պարզ է դառնում, որ ջրհանման փոքր ժամանակների համար հաշվարկային բանաձևերի կիրառման դեպքում սխալը չի գերազանցում 10%-ը [113]:



Նկ. 4.5 Ջրաիջեցման կախվածությունը ժամանակից ջրհանման փոքր ժամանակների դեպքում

Նմանատիպ գրաֆիկներ կառուցվել են նաև ջրհանման մեծ ժամանակների համար աղյուսակ 4.18-ի տվյալների հիման վրա (նկ.4.6):



Նկ. 4.6 Ջրաիջեցման կախվածությունը ժամանակից ջրհանման մեծ ժամանակների դեպքում

Աղյուսակ 4.18-ից և նկար 4.6-ից պարզ է դառնում, որ հաշվարկային բանաձևերի կիրառումը ջրհանման մեծ ժամանակների համար հնարավոր է կիրառել, երբ $t \geq 300$ օր ընդ որում այս դեպքում նույնպես սխալը չի գերազանցում 10%-ը:

4.5 Ամփոփում

1. Ներկայացվել են ինֆիլտրացիոն մոդուլի և ուղղաձիգ ջրափոխանակման խնդիրների լուծման համար անհարժեշտ ելակետային տվյալները: Նշված խնդիրները դիտարկվել են Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում առվույտի աճեցման պայմաններում: Հաշվարկների համար ներկայացված են անհրաժեշտ օդերևութաբանական տվյալները, առվույտի ոռոգման ռեժիմները և հիդրոմոդուլի օրդինատները, ջրատար շերտերը բնութագրող չափագուրկ պարամետրերը, հողագրունտների տարբեր հորիզոնների ջրաֆիզիկական բնութագրերը և մեխանիկական կազմը: Հողի նշված շերտերի համար կազմվել են $\theta = \varphi(P^F)$ գրաֆիկները:

2. Ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկները իրականացվում են իտերացիայի մեթոդով: Հաշվարկները կատարելու համար կազմվել է WATEXCH ծրագրի բլոկ-սխեման: Ներկայացվել է այդ բլոկ-սխեմայի ընդհանուր նկարագրությունը և ծրագրի կողմից իտերացիոն գործընթացի իրականացման հերթականությունը: Իտերացիոն գործընթացը ալգորիթմական ծրագրով ամբողջությամբ բերված է հավելվածում:

3. §4.1-ում ներկայացված ելակետային տվյալներով ծրագրի կողմից կատարված հաշվարկների արդյունքում ստացվել են հողաշերտի համապատասխան հորիզոնների համար ջրաիջեցման և ինֆիլտրացիոն մոդուլի արժեքները: Ստացված արժեքների հիման վրա կառուցվել են $\varepsilon_p = \varphi(S_n)$ և $\varepsilon_p = \varphi(\ln S_n)$ գրաֆիկները: Գրաֆիկներից ստացվել են (4.6), (4.7), (4.8) և (4.9) էմպիրիկ բանաձևերը, որոնց միջոցով հնարավոր է որոշել ինֆիլտրացիոն մոդուլի արժեքները՝ կախված ջրաիջեցումից հողաշերտի տարբեր հորիզոնների համար:

4. Կատարվել է վերին ջրատար շերտի ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևերի լուսաբանում աերացիայի գոտում ջրափոխանակության ազդեցության կիրառմամբ: Հաշվարկները ամբողջությամբ կատարված են երկրորդ գլխում ներկայացված բանաձևերով՝ որպես ելակետային տվյալներ ընդունելով §4.1-ում բերվածները: Հաշվարկների արդյունքները ամփոփված են 4.17, 4.18 և 4.19 աղյուսակներում: Աղյուսակներ 4.17 և 4.18-ի տվյալների հիման վրա կառուցվել են ջրաիջեցման կախվածությունը ժամանակից պատկերող կորերը համապատասխանաբար ջրհանման փոքր և մեծ ժամանակների համար:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ

ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ատենախոսական աշխատանքի շրջանակներում կատարված հետազոտությունները թույլ են տալիս կատարել հետևյալ եզրակացությունները.

1. Ջրափոխանակման ակտիվ գոտում, որը ներառում է ճնշումային և ոչ ճնշումային ջրատար շերտերը դիտվում է գրունտային ջրերի չհաստատված շարժում, որը պայմանավորված է մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի ինտենսիվության ու գոլորշիացման մեծությունների փոփոխությամբ և իր ազդեցությունն է թողնում ջրատար հորիզոնների հոսքի մեծության և շրջակա միջավայրի ջրահոսքերի վրա: Արդյունքում ապահովվում է գրունտային ջրերի չհաստատված շարժում ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա:

2. Դիտարկվել են ջրաիջեցման հաշվարկները կախված ուղղաձիգ դրենաժներով ջրհանման ռեժիմներից, մասնավորապես՝

2.1 Կատարվել են ջրաիջեցման հաշվարկներ երբ ջրհանումը կատարվում է ճնշումային երկու ջրատար շերտերից միաժամանակ, միայն ներքին ճնշումային և վերին ճնշումային ջրատար շերտերից:

Ստացված բանաձևերով հնարավոր է որոշել ջրաիջեցման արժեքները ջրատար շերտերի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին ինչպես նաև ասիմպտոտիկ լուծումները փոքր և մեծ ժամանակների համար:

2.2 Հաշվարկների կատարման համար կազմված է առանձին համակարգչային ենթածրագիր PRSARC HID անվամբ C++ ծրագրավորման լեզվով, որով հնարավոր է որոշել ջրաիջեցման արժեքները տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում ներկայացված հաշվարկային բանաձևերով:

3. Դիտարկվել է ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման խնդիրը և նրա լուծումները, որտեղ ներկայացվել են.

3.1 Աերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ջրափոխանակման եզրային խնդրի դրվածքը և հաշվարկային բանաձևերի դուրս բերումը կախված օդերևութաբանական

պայմաններից, բուսականության արմատակալումից, տրանսպիրացիայից ինչպես նաև գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումից:

Քանի որ գրունտային ջրերի հորիզոնը և ինֆիլտրացիայի մոդուլը նախօրոք անհայտ մեծություններ են ապա ջրափոխանակման ընդհանուր խնդիրների լուծումը աէրացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում իրականացվել է իտերացիայի մեթոդով:

3.2 Մշակվել են ջրափոխանակման եզրային խնդրի լուծման բոլոր- սխեման, հաշվարկային ալգորիթմները և դրանց հիման վրա կազմվել է WATEXCH համակարգչային ծրագիրը C++ ծրագրավորման լեզվով: Ծրագիրը նախատեսված է աէրացիայի գոտում ինֆիլտրացիոն մոդուլի և ջրափոխանակման ընդհանուր խնդիրների լուծման համար:

4. Կատարվել է աէրացիայի գոտում ջրափոխանակման գնահատում թվային լուծումներով, որտեղ եղած ելակետային տվյալներով և հաշվարկային բոլոր-սխեմայով գնահատվել է ինֆիլտրացիոն մոդուլի մեծությունը Արարատյան հարթավայրի համար:

Ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկը իրականացվել է իտերացիայի մեթոդով, որը բերված է հավելվածում: Հաշվարկային տվյալների հիման վրա ստացված են էմպիրիկ բանաձևեր որոնք հնարավորություն են տալիս հողի համապատասխան շերտերի համար որոշել ինֆիլտրացիոն մոդուլի արժեքները կախված ջրաիջեցման արժեքներից և տարածքի համապատասխան ելակետային տվյալներից ջրհանման տարբեր ռեժիմների դեպքում:

Կատարվել է ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևերի լուսաբանում աէրացիայի գոտում ջրափոխանակման ազդեցությամբ, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն վերին ճնշումային ջրատար շերտից, տալով նրանց որակական գնահատականը փորձնական ջրհանման տվյալների համեմատությամբ:

Ստացված եզրակացությունները և հետազոտությունների արդյունքները թույլ են տալիս կատարել հետևյալ առաջարկությունները.

1. Աէրացիայի գոտում ջրափոխանակման եզրային խնդիրների լուծման համար կիրառել ատենախոսությունում ներկայացված հաշվարկային բանաձևերը և մեթոդները:
2. Գիտական հետազոտության տվյալները օգտագործել հողագրունտներում ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի և ջրաիջեցման խնդիրների որոշման համար

կիրառելով ատենախոսական աշխատանքում բերված մեթոդները և համակարգչային ծրագիրը:

3. Հոդագրում տներում մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի և ջրաիջեցման կախվածությունը գնահատելու համար օգտագործել ստացված էմպիրիկ բանաձևերը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Ալոյան Գ.Ա., Գրունտա-ճնշումային ջրերի հիդրոդինամիկական կանխատեսման մեթոդների մշակումը ջրառի դեպքում: Թեկնածուական ատենախոսություն, Երևան 2002, 157էջ:
2. Դավեյան Ս.Հ., Հողում ինֆիլտրացիայի արագության որոշումը ինտենսիվ անձրևների պայմաններում: ՀԱԱՀ, Միջազգային գիտաժողովի նյութեր, Երևան 2015թ. էջ 75-79:
3. Ղազարյան Ս.Ս., Դավեյան Ս.Հ., Ջրաիջեցման հաշվարկները ուղղաձիգ դրենաժով միաժամանակ ճնշումային երկու ջրատար հորիզոններից ջրհանման պայմաններում: Ագրոգիտություն, Երևան 2014. N11-12, էջ 621-625:
4. Ղազարյան Ս.Ս., Դավեյան Ս.Հ., Աերացիայի գոտու տարբեր շերտերում ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկը վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնից ջրհանման դեպքում: Ագրոգիտություն, Երևան 2015. N3-4, էջ 155-160:
5. Մելիքյան Ն.Լ., Արտեզյան ավազանի ջրերի շահագործական պաշարների արդյունավետ օգտագործման և կառավարման մեթոդները: Դոկտորական ատենախոսություն, Երևան 2006, 350էջ:
6. Абрамов С.К., Бабушкин В.Д. Методы расчета притока воды к буровым скважинам.-М.: Госстройиздат, 1965.-384с.
7. Аверьянов С.Ф., Костяков А.К., Фаворинов Н.Н. Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод. М.: Изд.-во АН СССР, 1958.-353с.
8. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. М.: гостехиздат, 1953. -616с.
9. Ананян А.К. Дренаж при освоении содовых солончаков.- М.: Колос, 1971.-272с.
10. Барсегян Р.М. Методы решения задач теории фильтрации в неоднородных средах.- Ереван: Изд-во Ереванского университета, 1977.-303с.
11. Веригин Н.Н., Саркисян В.С. Метод расчета подземных водозаборов и вертикального дренажа в полуограничном водоносном пласте. –Тр. ВОДГЕО, 1966, вып. 13, с- 155-163.

12. Вопросы гидрогеологических расчетов (Под ред. Ф.М. Бочевера и В.М. Шестакова).
М.:Мир, 1964.-117с.
13. Гавич И.К. Гидрогеодинамика.-М.: Недра, 1988.- 343с.
14. Галямин Е.П. Оптимизация оперативного распределения водных ресурсов в орошении.
Гидрометеиздат, 1981.- 272с.
15. Глобус А.М. Экспериментальная гидрофизика почв.- Л.: Гидрометеиздат, 1969.- 335с.
16. Гиринский Н.К. Определение коэффициента фильтрации по данным откачки при неустановившемся движении.- М.: Госгеологиздат, 1950.-136с.
17. Джавадян Ю.Л., Казарян С.С. О фильтрационных краевых задач подземных вод Араратской равнины. ДНАНРА, Т. 98, N1, 1998, с. 37-43.
18. Казарян С.М. Движение подземных вод к скважине в неоднородном пласте при откачке из двух слоев. Изв. АН СССР, МЖ. Г, 1985, N6, с. 175-179
19. Казарян С.М. Водный обмен на фоне вертикального дренажа.- Ереван, Айастан, 1988.- 267с.
20. Казарян С.М., Казарян С.С. расчет линейного ряда скважин в многослойной фильтрующей среде при откачке из нижнего водоносного горизонта. ДН АНРА, 1998, N4, с.305-309.
21. Казарян С.М., Алоян Г.А. Расчет скважины в двухслойной грунтово-напорной фильтрующей среде при откачке вод из напорного горизонта. Изв. НАН, ГИУ Армении (сер. Т.Н.), т. IV, N1, 2002, с. 142-146.
22. Казарян С.М., Кузнецов М.Я. Влагообмен в зоне аэрации и грунтовых вод.- Изв. АН Арм. ССР (сер. ТН), 1986, т. XXXIX, N4, с. 34-39.
23. Казарян С.М. Движение подземных вод к скважине в неоднородно-слоистом пласте при откачке из нижнего напорного водоносного горизонта.- Изв. АН Арм. ССР (сер. ТН), 1984, т. XXXVII, N6, с. 17-25.
24. Казарян С.М. О граничных условиях самоизливающихся скважин Араратской равнины. Изв. АН Арм. ССР (сер. ТН), 1970, т. XXIII, N3, с. 67-70.
25. Казарян С.М. Расчет взаимодействующих систем скважин в слоистых толщах.- Изв. АН Арм. ССР (сер. ТН), 1986, т. XXXIX, N2, с. 36-41.

26. Казарян С.М. Оптимизация задачи водного обмена на орошаемых землях на фоне вертикального дренажа. Изв. АН Арм. ССР (сер. ТН), 1987, т. X, N2, с. 29-34.
27. Карслоу Х., Егер Д. Операционные методы в прикладной математике (пер. с англ.).-М: ИЛ, 1948. -292с.
28. Кац Д.М., Фомин В.М. Применение вертикального дренажа на орошаемых землях.- Советская геология, 1961, N6, с. 8-16.
29. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология.- М.: Изд-во МГУ, 1981. -296с.
30. Костяков А.Н., Фаворин Н.Н., Аверьянов С.Ф. Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод. М.: Изд.-во АН СССР, 1956.-452с.
31. Лунц Г.Л., Эльсгольц Л.Э. Функции комплексного переменного с элементами операционного исчисления. – М.: Физматгиз, 1958.- 298с.
32. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде.- М.: Гостоптехиздат, 1948, - 628с.
33. Математическое описание основных воднофизических характеристик (Г.Д. Варалляи, К. Райкаи, Е.В. Мироненко и др.).- Почвоведение, 1982, N4, с. 77-89.
34. Методы фильтрационных расчетов гидромелиоративных систем (С.В. Васильев, Н.Н. Веригин, Б.А. Глейзер, Т.А. Разумов, В.К. Рудников, В.С. Саркисян, Б.С. Шержуков.) М.: Колос, 1970.- 438с.
35. Моделирование и управление процессами в агроэкосистемах.-Сб. науч. тр. – Л.: Изд-во АФИ, 1984. -181с.
36. Моделирование продуктивности агроэкосистем (Н.Ф. Бондаренко, Е.Е. Жуковский, И.Г. Мушкин, С.В. Нерпин и др.).- Л.: Гидрометеиздат, 1982.- 261с.
37. Мурашко А.И., Костюкович П.Н., Шпаков А.Т. Регулирование водного режима осушаемых площадей вертикальным дренажем и орошение подземными водами.-Минск.: Проблемы Полесья, вып. 4, Наука и Техника,1975.
38. Мурашко А.И. Осушение земель вертикальным дренажем. Минск.: УРАДЖАЙ, 1980. 243с.
39. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Энерго и массообмен в системе растение-почва-воздух. Л.: Гидрометеиздат, 1975. -358с.

40. Нерпин С.В., Кузнецов М.Я. Впитывание влаги корнями растений при неоднородном поле влажности. – Докл. ВАСХНИЛ, 1980, N6, с. 33-36.
41. Оганезов Г.Г. Подземные воды Араратской котловины. – Ереван: Айастан, т. I-IV, 1957. 167с.; 1958. – 155с.; 1962. – 451с.; 1964. – 143с.
42. О нахождении влагопроводности почв по кривой водоудерживания (Я.А. Пачепский, Р.А. Щербаков, Г.Д. Варалляи, К. Райкаи).- Почвоведение, 1984, N10, с. 60-72.
43. Олейник А.Я., Кремез В.С., Телыма С.В. Численно-аналитические решения задачи фильтрации и влагопереноса в зоне аэрации при исследовании процессов подтопления и идентификации гидрогеологических процессов.- В кн.: Математическое моделирование гидрогеологических процессов (сб. Н. Тр. АН СССР, СО инст. гидродинамики). Новосибирск, 1984, с. 112-119.
44. Олейник А.Я. Фильтрационные расчеты вертикального дренажа.- Киев: Наукова думка, 1978.- 202с.
45. Олейник А.Я., Поляков В.Л. Расчет площадного вертикального дренажа в трехслойном пласте при неустановившейся фильтрации.- Гидромеханика, 1976, вып. 31, с.46-58.
46. Оптимизация работы водозаборно-дренажных скважин (И.К. Гавич, А.В. Михайлова, В.В. Перцовский, Г.Ц. Тумаркин). В кн.: Методы системного анализа в мелиорации и водном хозяйстве. –Л.: Гидрометеиздат, 1983, с. 121-135.
47. Павловский Н.Н. Собрание сочинений. Т. 1-2., -М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1955-56.- 548с. и 771с.
48. Плотников Н.А. Оценка запасов подземных вод.- М.: Госгеотехиздат, 1959.- 288с.
49. Полубаринова-Кочина П.Я. О притоке жидкости к скважинам в неоднородной среде. – ДАН СССР, 1942, т. 24, N2, с. 46-51.
50. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: Наука, 1977. -664с.
51. Полубаринова-Кочина П.Я. К гидравлической теории колодцев в многослойной среде. ПММ, 1947, т. XI, вып. 3, с. 357-362.
52. Полубаринова-Кочина П.Я. О неустановившихся движениях грунтовых вод при фильтрации из водохранилищ. ПММ, 1949, т. 13, N3, с. 187-206.

53. Полубаринова-Кочина П.Я., Пряжинская В.Г., Эмих В.Н. Математические методы в вопросах орошения. – М.: Еаука, 1969. – 414с.
54. Почвы Армянской ССР.- Ереван: Айастан, 1976.- 383с.
55. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного.- М.: Наука, 1977,- 444с.
56. Проектирование водозаборов подземных вод (Под ред. Ф.М. Бочевера). – М.: СИ, 1976. – 283с.
57. Решеткина Н.М., Сойфер А.М. Аналитические методы расчета дренажа.- М.: Гидротехника и мелиорация, 1975, N9.
58. Решеткина Н.М., Барон В.А., Якубов Х. Вертикальный дренаж.- М.: Колос, 1978.
59. Роде А.А. Учение о почвенной влаге. Гидрометеиздат, 1965.-661с.
60. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем.- М.: Наука, 1971.- 552с.
61. Саркисян В.С., О закачке в скважину с учетом различия плотностей нгнетаемой и вытесняемой жидкостей. Изв. АН СССР, МЖГ, вып.6, 1975, с67-73.
62. Сегал В.И. Некоторые пространственные задачи теории потенциала и их приложения. Изв. АН СССР, 1946, т. X, вып. 4, с. 323-358.
63. Сиротенко О.Д. Математическое моделирование воднотеплового режима и продуктивности агроэкосистемы.- Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 166с.
64. Сиротенко О.Д., Бойко П.О. О построении замкнутой системы уравнений энерго- и массообмена для расчета биомассы сельскохозяйственных культур. – Метеорология и гидрология, 1975, N2, с. 78-87.
65. Смирнов В.И. Курс высшей математики. – 21-е изд., М.: Наука, 1974. – 665с.
66. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений.- М.: ГОНТИ, 1939.- 468с.
67. Тыхонов А.Н., Самарский А.А. Уравнение математической физики. – 4-е изд., М.: Наука, 1972.- 735с.
68. Тооминг Х.Г., Каллис А.Г. Расчеты продуктивности и роста растительного покрова.- В кн.: Солнечная радиация и продуктивность растительного покрова. – Тарту: Изд-во ИФА АН ЭССР, 1972, с. 5-12.

69. Тумаркин Г.Ц., Александров М.А. Диалоговая графическая система для решения обратных задач геофильтрации.- Мат. Методы исследования в геологии.- М.: ВИЭМС, 1960, №6, с. 1-11.
70. Усенко В.С. Неустановившийся приток грунтовых вод к скважинам при наличии инфильтрации с поверхности земли.-Тр. МИИВХ им. В.Р. Вильямса, 1960, т. XXII, с. 17-22.
71. Усенко В.С. Приближенный расчет вертикального систематического дренажа.- Изв. АН СССР, ОТН, №7, 1958, с. 119-122.
72. Усенко В.С. Искусственное восполнение запасов и инфильтрационные водозаборы подземных вод.- Минск: Наука и техника, 1972.- 243с.
73. Усенко В.С. Вопросы теории фильтрационных расчетов дренажных и водозаборных скважин. Москва.: Колос, 1968, 301с.
74. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель.- Л.: Гидрометеиздат, 1975.-372с.
75. Хачатрян Э. А. Расчет линейного водозабора подземных вод в двухслойной среде с учетом инфильтрационного питания. Изв. АН Арм.ССР, серия техн. наук, том 34, № 2, 1981г., с. 21-27.
76. Хачатрян Э. А. Региональная оценка направленности гидрогелого-мелиоративных условий орошаемых земель Араратской котловины. Агронаука, 1-2, 2006, с.65-72.
77. Христианович С.А. О движении газированной жидкости в пористых средах.- ПММ, 1941, т. V, вып. 2, с. 277-282.
78. Хубларян М.Г., Чусаев О.М., Юшманов И.Д. Численное решение гидродинамической задачи фильтрации и конвективной диффузии.- Изв. АН СССР, вод ресурсы, 1979, №1, с.133-143
79. Хубларян М.Г., Чумаев О.М., Юшманов И.О. О точности решения задачи притока грунтовых вод в дрене.- В кн.: Тез. Докл. III межведомств. Совещ. По вопр. Прогнозирования гидрогеол., и почв. Мелиор. Условий.- М.: Минводхоз СССР, вып. 2, с. 168-191.
80. Чарный И.А. Основы подземной гидравлики.- М.: Гостоптехиздат, 1956.- 260с.
81. Чарный И.А. Подземная гидромеханика.- М.: Гостоптехиздат, 1958.- 196с.

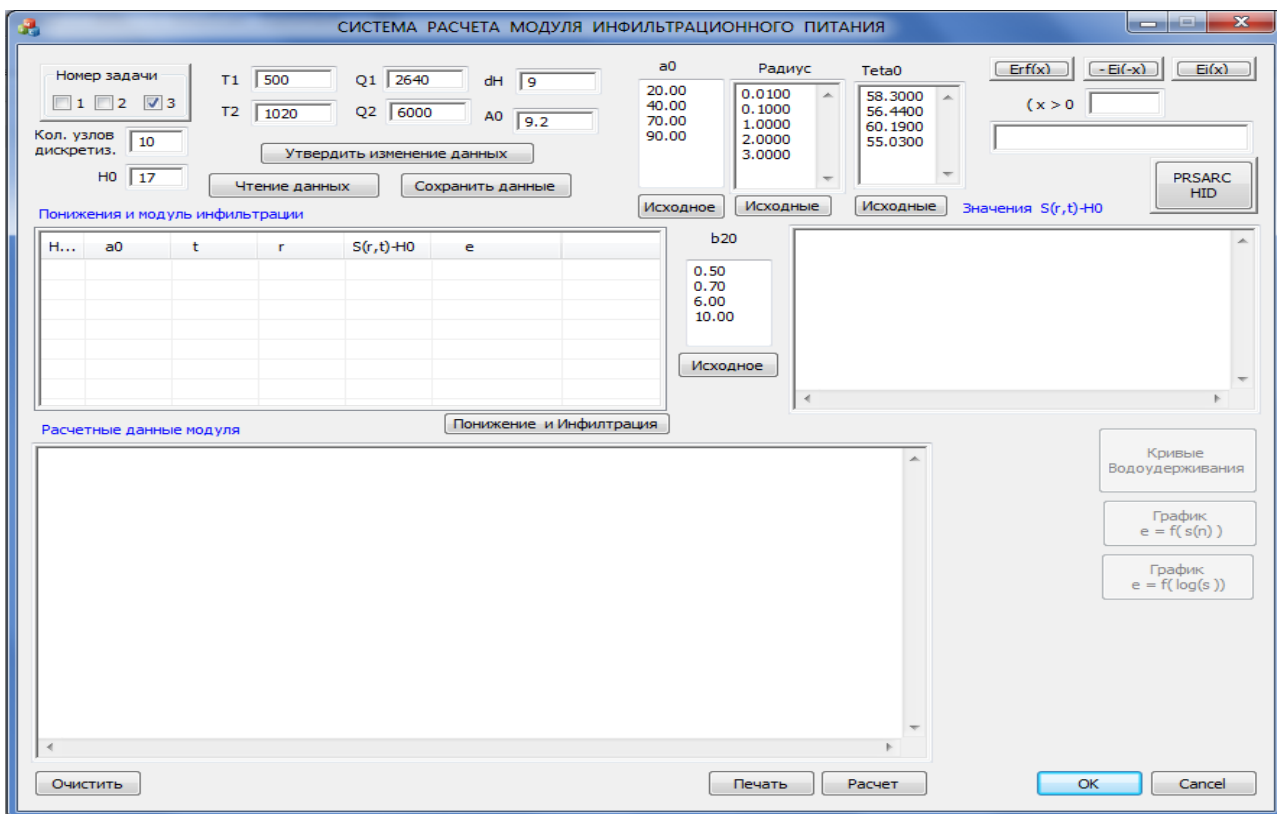
82. Чарный И.А. Об интерференции несовершенных скважин.- Изв. АН СССР, 1946,N11, с. 1519-1526.
83. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика.- М.: Гостоптехиздат, 1963.- 396с.
84. Шестаков В.М. Теоретические основы оценки подпора водопонижения и дренажа.- М.: МГУ, 1965.- 233с.
85. Шестаков В.М. Опытнo-фильтрационные работы.- М.: Недра, 1974.- 185с.
86. Шестаков В.М. Динамика подземных вод.- 2-е изд.- М.: МГУ, 1979.- 368с.
87. Шестаков В.М., Пашковский И.С., Соифер А.М. Гидрогеологические исследования на орошаемых землях.- М.: Недра, 1982.-216с.
88. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. – М.: Колос, 2004.- 656с.
89. Щелкачев В.Н., Лапук Б.Б. Подземная гидравлика.- М.: Гостоптехиздат, 1949.- 524с.
90. Щелкачев В.Н., Кондратьев В.Ф. Неустановившийся процесс интерференции скважин. Нефтяное хозяйство, 1946, N6, и N7, с. 23-25.
91. Щелкачев В.Н., Избранные труды.-М.: Недра, 1990.- 613с.
92. Щелкачев В.Н., Упругий режим пластовых водонапорных систем.- М.: Гостоптехиздат, 1948. – 144с.
93. Щербаков Р.А., Пачепский Я.А., Кузнецов М.Я. Водная миграция ионов и химических соединений в почвах (движение влаги).- Экомодель- 7.- Пушкино: АФИ, 1981.- 44с.
94. Эмих В.Н. Фильтрация грунтовых вод при дренажных промывках почвенного слоя с непроницаемым основанием.- Изв. АН СССР, МЖГ, 1974, N2, с. 53-62.
95. Эмих В.Н. О режиме грунтовых вод в орошаемом почвенном слое с нижележащим сильнопроницаемым напорным горизонтом.- Изв. АН СССР, МЖГ, 1979, N2, с. 163-173.
96. Язвин Л.С. Достоверность гидрогеологических параметров при оценке эксплуатационных запасов подземных вод. – Изд-во ВСЕГИНГЕО, 1971.- 168с.
97. Язвин Л.С., Боровский Б.В. Опыт определения расчетных гидрогеологических параметров по данным грунтовых откачек.- Разведка и охрана недр, 1968, N4, с. 42-47.
98. Boulton N.S. The analysis of data from nonequilibrium pumping test allowing for delayed yield from storage.-Pros. Inst. Civil Engr., 1963, vol. 26, N11, p. 469-472.

99. Hantusch M.S. Flow of ground water in relatively thick leaky aquifers.-Water Resour. Res., 1967, 3, N2, p. 583-590.
100. Hart D.J., Bradbury K.R., Feinstein D.T. The vertical hydraulic conductivity of an aquitard at two spatial scales. Ground Water. 2006, 44: 201-211.
101. Klute A.A., Some theoretical aspects of the flow water in unsaturated soils.S.S.S. Am. Pr., v.16,1952.
102. Konikow L.F., Neuzil C.E., A method to estimate groundwater depletion from confining layers. Water Resour. Res, 2007, 43: W07417.
103. Melikian N., Aloyan N. About the technique of rational use of underground waters of artesian water-bearing horizon. III international congress "ECWATECH-98", Moscow, 1998, p.127.
104. Melikian N. Unsteady inflow of underground waters to gushing well in pressure head water-bearing horizon. III international congress "ECWATECH-98", Moscow, 1998, p.127-128.
105. Melikjian N., Aloyan N. Technique of definition of an optimum diameter of gushing chinks. III international congress "ECWATECH-98", Moscow, 1998, p.128.
106. Neuzil C.E. Groundwater flow in low-permeability environments. Water Resour. Res, 1986, 22: 1163-1195.
107. Neuman S.P., Witherspoon P.A. Theory of flow in a confined two aquifer system.- Water Resour. Res, 1969, 5, N4, 803-816.
108. Neuman S.P. Water Resour. Res, 8(4), 1972.
109. Neuman S.P. Water Resour. Res, 11(2), 1975.
110. Prickett T.A. Ground Water, 3(3), 5, 1965.
111. S.Ghazaryan, S.Daveyan, H.Ghazaryan, Water cycle in the aeration and ground water zones against the background of vertical drain. Bulletin of National Agrarian University of Armenia, Yerevan 2014, N2, p103-108.
112. S.Ghazaryan, S.Daveyan. Estimation of water cycle in aeration zone by algorithmic diagram. Bulletin of National Agrarian University of Armenia, Yerevan 2014, N4, p 63-68.
113. S.Daveyan. Question of design formulae application at pumping water from the upper confined aquifer of multilayer filtration medium. Bulletin of National Agrarian University of Armenia, Yerevan 2015, N1, p 61-67.

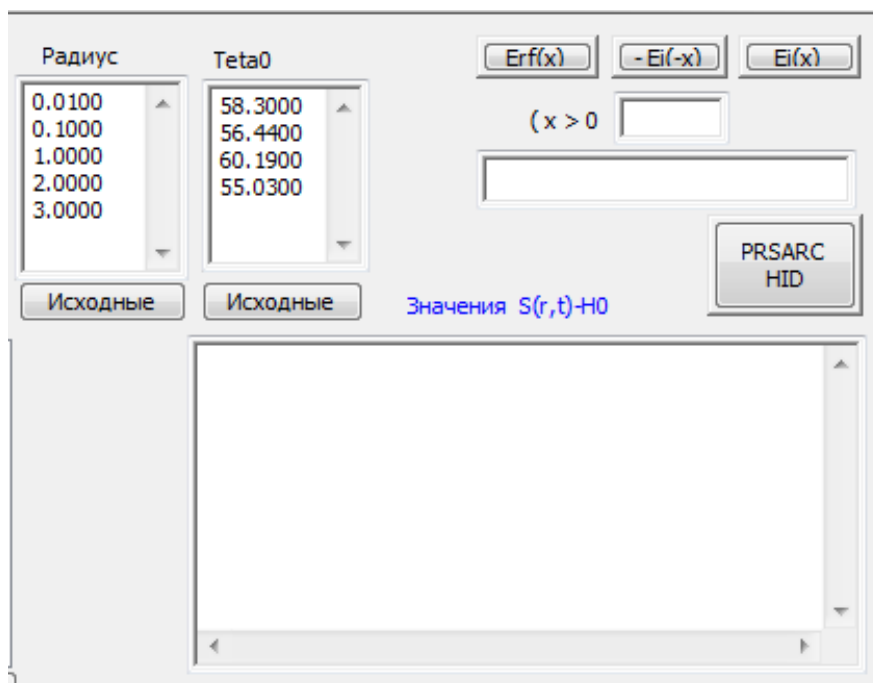
114. Theis C.V. Trans. Amer. Geophys. Union, vol. 16, 1935.
115. Todd D.K. Ground water hydrology. New York, Wiley, 1959.
116. Walton W. Groundwater resource evaluation.- Mc. Graw-Hill Co., 1970, 604p.
117. Zhou Z.F., Guo Q.N., Dou Z. Delayed drainage of aquitard in response to sudden change in groundwater level in adjacent confined aquifer: Analytical and experimental studies. Chin Sci Bull, 2013, 58: 3060-3069, doi: 10.1007/s11434-013-5.

ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ

Ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի հաշվարկման WATEXCH ծրագրային համակարգի ընդհանուր տեսք



PRRSARC HID ծրագրի աշխատանքային պատուհանը



**WATEXCH ծրագրով ինֆիլտրացիոն մոդուլի իտերացիոն հաշվարկը C++
ծրագրավորման լեզվով**

```

//////// НАЧАЛО расчёта
void CwatExchDlg::OnBnClickedButtonCalc()
{
    UpdateData(TRUE);
    m_bCalc_e = FALSE;
    m_stOutArea = L"";
    UpdateData(FALSE);
    if(m_A0 != 0)
        a0 = m_A0;
    if(m_dh != 0)
        dh = m_dh ;
    //.....
    // OnBnClickedButtonPrsarc();
    if(m_bTA1)
        ka = 1;
    if(m_bTA2)
        ka = 2;
    if(!m_bTA3)
    {
        CalcTASK12();
        return;
    }
    else
        ka = 1;
    //.....
    int nx = n - 1;
    m_stOutArea = L"";
    CString sttbuf = L"";
    CString stt0 = L"";
    CString stt1 = L"";
    CString stt05 = L" ";
    CString stt10 = L" ";
    CString stt20 = L" ";
    CString sttL = L"-----\r\n";
    -----\r\n";

```

```

doublewbot, hkt, hkt1 = 0, sue1, su30;
intkk1, kk2, kk3, kk4, kk5;
intkl, k5;
double/*ot = 0,*/qq = 0, qrns = 0, skkk2 = 0, qbn = 0;
doubleskk2 = 0, skk3 = 0;
doublewtop = 1;
intiter = 0;
    inti;
    doubless2; //, sig, asig, bsig, sss, api;
    doubleeps1, eps2, stlim, bm0;
    doublea, a1, b, e, ttt, su20, hpp1, qr0, tay, sue, su0;
//    double ytm, wwp1, wwk1, tj, qrn1, qrn, ws0;
    doubleh1, w1;
//    int kk1, kk2, kk3, kk4, kk5;
    kk1 = kk2 = kk3 = kk4 = kk5 = 0;
    intk0 = 1, k1, k2, k11, k12, krr, nit, kpw, lkk, n0, irs, irk;
    intn1, nm1, j, nky = 0;
    iir2 = 0;
    krr = knn;
    doublest = 0.1f;
    nj = me;
    ss2 = st;
    api = 3.1415926f;
    sig = 0.01f;
    asig = sig /api;
    bsig = sig*sig;
    sss = 0;
    kt = 1;
    ytm = 0;
    nit = 5;
    k1 = 2;
    k2 = 1;
    st = 0.1f;
    stlim = 1.0f;
    eps1 = 0.001f;
    eps2 = 0.1f;
//.....
//    double xsqt[3][5] = {0};
    intiv = 0;
    rg = rgm[0];
    for(iv = 0; iv < 3; iv++)

```



```

        {
            tau = tam[iv];
            PRSARC_abtr(a0, b10, b20, bz0, tau, rg, iv + 1, iv);
            for(i = 0; i < 3; i++)
                {
for(j = 0; j < 5; j++)
{
sr0[i][j][iv] = fabs(sqrt[i][j]);
}
//.....
// определение массива zz[] глубина до 1.25,
//
            doubledelta_z = 1.25 / (n - 1);
            for(i = 0; i < n; i++)
                {
                    zz[i] = i*delta_z;
//                    hh[i] = i*delta_z;
                }
// определение массива ph[] 0 <= pF <= 6 и pF = lg(phi*) phi* = ph[]
//
            double pphh[20] = {0};
            doubledph = 6.0 / (n - 1), xph;
            for(i = 0; i < n; i++)
                {
                    xph = i*dph;
                    ph[i] = exp(xph);
//                    ph[i] = pow(10, xph);
                }
            for(i = 0; i < nm; i++)
                {
                    dm2[i] /= 30;
                }
//---
            st2[0] = 0;
            for(i = 1; i < me; i++)
                st2[i] = st2[i - 1] + 10;           //8400
            wwp1 = 1;
            wwk1 = 0.;
            for(i = 0; i < n_ri; i++)
                {
                    iri[i] = iri[i]*r00;
                    sss = sss + iai[i];
                }

```

```

for(i = 0; i<n_ri; i++)
iaa[i] = iaa[i] / sss;
m_stOutArea += L"\r\n";
for(i = 0; i<mm; i++)          //130
{
    a = wh[i] / wh1[i];
    pz1[i] = phv[i];
    if(wwk1>= 0.5)
    pz1[i] = 0.0001f;
    if(abs(a - wwp1) < 1.e-5)
    {
        w11[i] = wh[i];
        wh2[i] = 0;
        pw1[i] = 0;
        continue;
    }
doubletb2 = (4.*a*wwp1 - 2. - em[i])* (4.*a*wwp1 - 2. - em[i]);
b = (2. + em[i] - 4*a*wwp1 + sqrt(tb2 - 16.*a*wwp1*(a - 1.)))/(4.*a);
doublepob = 1.0f / em[i];
b = ph[i]* pow(b, pob); //    b**(1./em[i]);
pw1[i] = b;
w11[i] = wh1[i] / (wwp1 + pow(b/ph[i], em[i]));    //(wwp1 +
(b/ph[i])**em[i])
tb2 = (wwp1 + pow(b /ph[i], em[i]))* (wwp1 + pow(b/ph[i], em[i]));
wh2[i] = em[i]* pow(b/ph[i], em[i] - 2) / tb2 / 2.*wh1[i];
    wh2[i] = em[i]*( e/ph[i])**em[i]-2. ) / ( wwp1 + (e/ph[i])**em[i]
)**2/2. *wh1[i];
fk1[i] = fk[i] / ( wwk1 + pow((100.0/phv[i]), em[i]));
//
char *wbuf = "
";
//
cout << "w1 = " <<w11[i] << " w2 = " << wh2[i] << "
pw1 = " << pw1[i] << " pz1 = " << pz1[i] << endl;
sttbuf = L" ";
stt0.Format(L" w1 =%10.3f", w11[i]);
sttbuf += stt0;
stt0.Format(L" w2 =%10.3f", wh2[i]);
sttbuf += stt0;
stt0.Format(L" pw1 = %8.5f", pw1[i]);
sttbuf += stt0;
stt0.Format(L" pz1 = %8.5f", pz1[i]);
sttbuf += stt0;
sttbuf += "\r\n";

```

```

        m_stOutArea += sttbuf;
//          write(6,1300) w11[i],wh2[i], pw1[i], pz1[i]
//1300      format("w11=%,e15.6, wh2=%,e15.6, pw1-%.e15.6,
pz1=%,e15.6)
    }
    UpdateData(FALSE);
//      return;
    intk;
    k = 0;
    for(i = 0; i<n; i++)          //do 131
    {
        if(zz[i] >xxx[k])
            k++;
        kk[i]= k;
    }
// -
    kpw = 0;
    if (abs(wwp1 - 1.) >= 1.e-5)
        kpw = 1;
    lkk = -1;
    bm0 = bm;
    n0 = n;
    nm1 = nm + 1;
    dm2[nm1] = tkc + 1;
    tm2[nm1] = 1;
    for(i = 1; i<n; i++)          //do 7
        sz1[i] = zz[i] - zz[i - 1];
    sz1[0] = sz1[1];
    n1 = n - 1;
    for(i = 1; i<n - 1; i++)
        sz2[i] = 0.5 * (sz1[i] + sz1[i + 1]);
    sz2[0] = 0.5*sz1[0];
    sz2[n - 1] = 0.5*sz1[n - 1];
    sss = sz2[0];
//.....
    input(n, zz, h, ks, ne, hh, hhh);
//      input (int n, double zz[], double hhh[], int ks, int ne,
double zin[], double win[])
//.....
//          m_stOutArea += L"\r\n";
    m_stOutArea += sttbuf;
    sttbuf = L"\r\n h =";

```

```

        for(i = 0; i<n; i++)
        {
            stt0.Format(L" %7.3f", h[i]);
            sttbuf += stt0;
//            if(i%6 == 0 && i > 0)
//                sttbuf += L"\r\n";
        }
        sttbuf += L"\r\n";
        m_stOutArea += sttbuf;
        m_stOutArea += L"\r\n";
        UpdateData(FALSE);
//        return;
//        write(6,600) (h[i],i=1.n)
// 600    format(3x, @h=@ ,10f10.3)
//.....
        hydcon(w, h, cw, rr, 0, n0, ks);
//.....
        for(i = 0; i<n0; i++)                //do 51
            hhh0[i] = h[i];
            if(sqe1<= 0)
            {
                sqe1 = 0;
                for(i = 0; i<nm; i++)
                    a = tm2[i] + dm2[i];
                if (a>= thc&&a<= tkc)
                    sqe1 = sqe1 + pu2[i]*tm2[i];
            }
            a = st2[0];
            for(i = 1; i<me; i++)
            {
                a1 = st2[i];
                if (a1>= thc&&a1<= tkc)
sqe1 = sqe1 - (ei[i - 1] + ei[i])*(a1 - a) / 2;
                a = a1;
            }
            sqe1 = sqe1/(tkc - thc) ;
            k0 = 0;
            su20 = sqe1;
        }
//--
        hpp1 = hpe;
        doublep1, pm, hk0;

```

```

                doublewb, wt, ta;                                //
//.....
                ta = 10.0;
//                yrb2(ta);
//.....
                inti_te = 0;
                CStringst_radius = L"";
                CStringst_lin = L"";
//dddd
                do
                {
//m302:
                t01 = t011[ka - 1];
                q01 = q011[ka - 1];
//                cout << "типзадачи = " << ka << endl;
//                for(i = 0; i < nkk; i++)
//                cout <<ri[i];
///xxxxxxxxxxx
                stt0 = L"";
                stt0.Format(L" Типзадачи = %2d\r\n", ka);
//                sttbuf = stt20;
//                sttbuf += stt10;
                sttbuf = stt0;
                CStringstt40 = stt20;
                stt40 += stt20;
                CStringstti = L"";
//L"    Время";
                CStringsttra = L"    Радиус =";
                sttbuf = stti;
//                sttbuf += stt40;
                if(i_te == 0)
                sttbuf += stra;
//                sttbuf += stt10;
                stt0 = L"";
                for(i = 0; i < nkk; i++)
                {
                        stt0.Format(L" %10.3f", ri[i]);
                sttbuf += stt0;
                }
                if(i_te != 0)
                sttbuf = L"";
                else

```

```

        sttbuf += L"\r\n\r\n";
        m_stOutArea += sttbuf;
        UpdateData(FALSE);
//      return;
//      write(6,300) ka
// 300    format(30x,  типзадачи=, i)
//      write(6,2500) (ri[i],i=1,nkk)
        knn = krr;
//2500   format(3x,  время ,40x,  радиус' 10x,10,f10.5)
        hpe = hpp1;
//      do 2300 i=1,nj
//      ttt=10.*(i-1)
// 2300   write(6,2400) ttt,(sr0(i,j,ka),j=1,nkk)
// 2400   format(2x,f5.1,3x,10f10.5)

////-----
//      if(i_te == 0)
//      {
//          sttbuf.Format(L"\r\n  Типзадачи = %d \r\n", ka);
//          CStringst_titl = L"
Матрица S(r, t) \r\n";
//          stt0 = L"";
//          stt0.Format(L"\r\n  tau = %.2f", tau);
//          stt0 += st_titl;
//          st_titl = stt0;
//          CStringst_line = L"-----
-----\r\n";
//          CStringst_lin = L"";
//          sttbuf += st_titl;
//          sttbuf += st_line;
//          for(i = 0; i<nj; i++)
//          {
//              ttt = 10*(i + 1);
//              stt0 = L"";
//              stt0.Format(L"  %5.1f      ", ttt);
//              for(j = 0; j<nkk; j++)
//              // nkk - число узлов по радиусу
//              {
//                  stt1.Format(L" %10.4f", sr0[i][j][ka - 1]);
//                  stt0 += stt1;
//              }
//          }

```

```

        stt0 +=L"\r\n";
        sttbuf += stt0;
    }
    sttbuf += st_line;
    sttbuf += L"\r\n";
    m_stOutArea += sttbuf;
    m_stOutArea += L"\r\n";
}
///<<<<<
    UpdateData(FALSE);
//
    return;
    qr0 = q01/(12.1415*t01);
//
    go to (200,201,200), ka
    if(ka == 1 || ka == 3)
    {
        qr0 = -qr0;
    }
//
    if(ka == 2)
m201:
        irs = 0;
        su0 = abs(sqe1);           //
m109:
        irs = irs + 1;
        sttbuf.Format(L"\r\n n.utep = %d      сум. поток = %.6f ", irs,
sqe1);
        sttbuf += L"\r\n";
        m_stOutArea += sttbuf;
        m_stOutArea += L"\r\n";
//
        cout << "          n.utep = " <<irs<< "          сум. поток ="
<< sqe1 << endl;
//
        write(6,2000) irs,sqe1
// 2000    format(10x, ②n.utep=② ,12,10x, ②сум.поток ② ,f10.6)
        irk = 0;
        tay = 10;
        k11 = 1;
        k12 = 1;
//.....
        yrb1(k12, k11, tay);
//.....
        sue = 0;
m102:    n = n0;
        st = ss2;

```

```

    irk = irk + 1;
    sttbuf = L"";
//      sttbuf.Format(L"          номер узла по радиусу = %2d \r\n",
irk);
//      sttbuf.Format(L"          номер узла по радиусу = %2d  ", irk);
st_radius.Format(L" Номер узла по радиусу = %2d  ", irk);
m_stOutArea += sttbuf;
//      cout << "          n. слоя = " << irk;
//      write(6,2020)irk
// 2020      format(10x, n. слоя = i2)
inti1;
i = 0;
for(i1 = 0; i1<me; i1++)                // do 202    //
{
    tjj = psz - 10. - st2[i1];
    if(tjj< 0)
    {
        hky[i1] = s0[i] + qr0*sr0[i][irk - 1][ka - 1] -
h00;

        i = i + 1;
    }
    else
    {
        hky[i1] = -h00;
    }
}
    if(knn> 0 &&i_te == 0)
    {
        sttbuf = L" hky = ";
        stt0 = L"";
        for(i = 0; i<nj; i++)
        {
            stt0 = L"";
            stt0.Format(L" %10.6f ", hky[i]);
//      cout << hky[i];                // по 10 чисел на
строке
//      if(i%5 == 0 && i > 0)
//      stt0 += L"\r\n";
//      cout << endl;
            sttbuf += stt0;
        }
        sttbuf += L"\r\n";

```



```

        m_stOutArea += sttbuf;
//      cout << endl;
    }
    bm = bm0;
    qrn1 = 0;
    qrnx = 0;
    for(i = 0; i<n; i++)          //110
        h[i] = hhh0[i];
//
    UpdateData(FALSE);
//    return;
//.....
    hydcon(w, h, cw, rr, 0, n0, 2);
//.....
    ws0 = 0;
    for(i = 0; i<n0; i++)      //10
    {
        h1 = h[i];
        hh[i] = h1;
        hhh[i] = h1;
        w1 = w[i];
        rr0[i] = rr[i];
        rc[i] = cw[i];
        ws0 = ws0 + sz2[i]*w[i];
        w0[i] = w1;
    ww[i] = w1;
    }
    doublews00 = ws0;
    e = 0;
    e0 = 0.002f;
    doublewzk = 0;
    doublewpp = wp[0];
    k0 = 0;
//    if(k0 == 0)
//    if(i_te == 0)
//    {
//        sttbuf = L"  нач.распр.давл.- h ивлажн. w \r\n ";
//        sttbuf = L"\r\n";
//        cout << "  нач.распр.давл.- H ивлажн. w";
//        //cout << endl;
//        cout << "  z = ";
//        sttbuf += L" z =";

```

```

        for(i = 0; i<n0; i++)
        {
            stt0 = L"";
            stt0.Format(L" %7.3f", zz[i]);
//          cout << zz[i] << " ";
//          if(i%7 == 0)
//          stt0 += L"\r\n";
//          cout << endl;
            sttbuf += stt0;
        }
        sttbuf += L"\r\n";
        m_stOutArea += sttbuf;
    }
    st_lin = L"\r\n-----\r\n\r\n";
//    m_stOutArea += L"\r\n-----\r\n\r\n";
//    m_stOutArea += L"\r\n\r\n";
    UpdateData(FALSE);
//    return;
//    if (k0,eq.0) write(6,5570) (zz[i],i=1,n0)
// 5570    format(3x, Нач.распр.давл.- h и влажн. w,20(/3x,
//z=,6f15,3))
//    if (k0,eq.0) call output(h,1,1,2)
//.....
//    if (k0 == 0)
//    if(i_te == 0)
//    {
//        sttbuf = L"\r\n Нач.распр.давл.- h влажн. w \r\n";
//        m_stOutArea += sttbuf;
//        output(h, 1, 1, 2);
//    }
//    i_te = 1;
//.....
    UpdateData(FALSE);
//    return;
//
    doublett, ost;
    intktt;
    k0 = 1;
    doubleep0 = 0;
    doubleef0 = 0;
    doubleeft = 0;

```

```

doubleep01 = 0;
doubleeft1 = 0;
doublepok = -ytm;
doubleyr1 = 0;
doubleom = 0.55;
n1 = n - 1;
intn2 = n1 - 1;
doubledt1 = 1.5;
doubledt2=1.1;
doubleom1 = 1. - om;
iter = 0;
//iiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiiii
doublest0 = thc + hpe;
doublest5 = t9[0]; // (1)
intik5 = 1;
doubletthc = 0;
for(i = 0; i<nm; i++) //150
{
    tthc = tm2[i] + dm2[i];
    if(thc<tm2[i] + dm2[i])
        gotom151;
}
i = nm - 1;
m151: skk2 = dm2[i];
skk3 = skk2 + tm2[i];
intik2 = i;
intik22 = i;
for(i = 0; i<me; i++) //152
{
    if(thc<st2[i])
        gotom153;
}
i = me - 1;
m153:
doublest4 = st2[i]; //154
intik4 = i;
intk01 = 0;
intk02 = 0;
intk03 = 0;
intk04 = 0;
intk05 = 0;
doublest0 = st;

```

```

        doublest1 = st;
        t = thc;
m11:    tt = t;
// m12: t = t + st;
        t = t + st;
//m13:  for(i = 0; i < n; i++)
        for(i = 0; i < n; i++)
        {
            rc[i] = cw[i];
            rr0[i] = rr[i];
            w0[i] = w[i];
            ww[i] = w[i];
        }
        ktt = 1;
        gotom16;
m15:    t = tt + st;
        ktt = 0;
        k01 = 0;
        k02 = 0;
        k03 = 0;
        k04 = 0;
        k05 = 0;
m16:    ost = 1./st;
        st1 = st0;
        st0 = st;
        iir1 = 0;
        if(t >= tkn)
            iir1 = 1;
        for(i = 0; i < n0; i++) //120
            fun[i] = 0;
        doublett1 = tt + st/2;
//.....
        pl = 0;  pm = 0;
        hk0 = 0;
        isp(tt1, ef, e0, bb, pl, pm, hk0, bm);
//.....
        if(kr == 1 && t >= tkr)
            sour(tt1, zz, h, sz2, e0, ep, ph1, fun, bm, e, t9, n, mm, me, lk);
//.....
        UpdateData(FALSE);
//    return;
//

```



```

        be[n - 1] = h[n - 1];
        gotom21;
m20:
//q1 = 0.5*sz1[n]*cst * cw[n];
        q1 = 0.5*sz1[n - 1] * ost * cw[n - 1];
        doubleq2 = om/sz1[n - 1]*rr[n - 1];
        doubleq3 = q2 - q1;
        doubleqq3 = q2/q3;
        doubleq4 = rr0[n - 1];
        doubleq5 = rr[n - 1];
        doublehke = hhh[n - 1];
        doubleq6 = om*(-q5 + wbot) + om1*wb + 0.5*fun[n - 1]*sz1[n -
1] - q1*hke + sz1[n - 1]/2.*ost*(w[n - 1]- ww[n - 1]);
        doubleqq4 = q6/q3;
        al[n1] = q2/q3;
        be[n1] = q6/q3;
m21:    doubled0 = sz1[n - 1];
        doubleb0 = rr[n - 1]*om;
        doubleb1 = b0 / d0;
        intii, ii1, nn;
        doublec, f, r, c0, a0, a1;
        doubleqq1, qq2;
        for(i = 0; i<n2; i++)
        {
            ii = n - i - 2;
            ii1 = ii + 1;
            c0 = cw[ii];
            a0 = rr[ii]*om;
            a1 = a0/sz1[ii];
            c = 1./sz2[ii];
            a = a1*c;
            b = b1*c;
            f = (w[ii] - ww[ii] - c0 * hhh[ii])*ost*(b0 - a0)*c +
fun[ii];

            c = a + b - c0*ost;
            r = c - al[ii1]*b;
            al[ii] = a /r;
            be[ii] = (b*be[ii1] + f)/r;
            b0 = a0;
        }
        b1 = a1;
        }
        if (k1 == 1)

```

```

        gotom23;
        hh[0] = wtop;
        gotom24;
m23:    c = hhh[0];
        c0 = sz2[0];
        q1 = cw[0]*c0*cst;
        q1 = cw[0]*c0*ost;
        q2 = om/sz1[1]*rr[1];
        q3 = q1 - q2;
        q6 = q1*c - fun[1]*c0 - b0 + wtop - ost*(w[0] - ww[0])*c0;
        qq1 = -q2/q3;
        qq2 = q6/q3;
        hh[0] = (qq2 + qq1*be[1])/(1.-qq1*al[1]);
m24:
        for(i = 0; i<n1; i++)
        {
            ii = i + 1;
hh[ii] = al[ii]*hh[i] + be[ii];
        }
        nn = n + 1;
        if(nn>n0) nn = n0;
//.....hhhhhhhhhh.....
        hydcon(w, hh, cw, rr, 0, nn, 2);
//.....
//m29:
/*
        for(i = 0; i < n; i++)
        {
            double dww0 = abs(w0[i] - w[i]);
            double dhhh = abs(hh[i] - hhh[i]);
            if (abs(w0[i] - w[i]) >= 0.01) //eps1
                goto m32;
            if(hh[i] >= 0 && hhh[i] >= 0)
                continue;
            a1 = abs(hh[i] - hhh[i]) - eps2;
            if(a1 > 0)
                goto m32;
        }
*/
        gotom39;
m32:    iter = iter + 1;
        if (iter>= nit)

```

```

gotom33;
st = st / dt1;
for(i = 0; i<n; i++)
{
    rr[i] = rr0[i];
    cw[i] = rc[i];
    hh[i] = h[i];
    hhh[i] = h[i];
    w[i] = ww[i];
    w0[i] = ww[i];
}
////>>>>>>>>>>      goto m15;
m33:
    for(i = 0; i<n; i++)
    {
        w0[i] = w[i];
        hhh[i] = hh[i];
////>>>>>>>>>>      goto m19;
m39:    hk1 = hk2 + zz[n0 - 1];
        for(i = n - 1; i<n0; i++)
            hh[i] = hk1 - zz[i];
//m62:
        for(i = 0; i<n0; i++)
            h[i] = hh[i];
            hhh[i] = hh[i];
    }
//---
    wb = wbot;
    wt = wtop;
    ep0 = ep0 + e00*st;
    eft = eft + (wtop - e)*st;
    ep01 = ep01 + e00*st;
    eft1 = eft + (wtop - e)*st;
//.....
    if(kr == 1 && t<= tbk)
        bmr(tt1, st, e, t9, ot, bm, m);
//.....
    if (iter< 3)
        st = st*dt2;
        if (st>stlim)
            st = stlim;
//m41:

```



```

        kt = 0;
        if (k01 == 0 || abs(t - skk1) >= 1.e-4)
            gotom44;
        kk1 = 0;
        skk1 = skk1 + hpe;
        st = st1;
        k01=0;
        if(knn<= 0)
            gotom44;
//.....
//      output(h, iw, ih, kr);
        doublewss = 0;
//.....
        for(i = 0; i<n0; i++)
            wss = wss + w[i] + sz2[i];
        qbn = (wss - ws0 - eft)/hpe;
        ws0 = wss;
        sttbuf.Format(L"      qbn = %.5f  ep0 = %.5f  eft = %.5f\r\n",
qbn, ep0, eft);
        m_stOutArea + L"\r\n";
        m_stOutArea + sttbuf;
        UpdateData(FALSE);
//      return;
//      cout << "      qbh =" << qbn << "ep0 =" << ep0 << "      eft=" <<
eft << endl;
//      write(6,46) qbn,ep0,eft
//46      format(3x, "qbn=",f10.6, "ep0=",f10.6, "fet=",f10.6)
        eft = 0;
        ep0 = 0;
m44:    if (k02 == 0 || abs(t - skk2) >= 1.e-4)
            gotom82;
            kk2 = 0;
            ik2 = ik2 + 1;
            skkk2 = dm2[ik2];
            k02 = 0;
m82:    if (k03 == 0 ||abs(t - skk3) >= 1.e-4)
            gotom83;
            kk3 = 0;
            ik22 = ik2;
//      double sk22 = ik2;
            skk3 = skk2 + tm2[ik2];
            k03 = 0;

```

```

        st = st1;
m83:  if (k04 == 0 || abs(t - skk4) >= 1.e-4)
        gotom84;
        kk4 = 0;
        ik4 = ik4 + 1;
        skk4 = st2[ik4];
        st = st1;
        k04 = 0;
m84:  if (k05 == 0 || abs(t - skk5) >= 1.e-4)
        gotom85;
        kk5 = 0;
        k5 = ik5 + 1;
        if (kepp == 1)
            bm = bm0;
            skk5 = t9[ik5];
            st = st1;
            k05 = 0;
m85:  qq = t + st;
//ttttttttttttttttttttttt
        tim1(qq, skk1, kk1, k01, st, st0, st1, t);
        tim1(qq, skk2, kk2, k02, st, st0, st1, t);
        tim1(qq, skk3, kk3, k03, st, st0, st1, t);
        tim1(qq, skk4, kk4, k04, st, st0, st1, t);
        tim1(qq, skk5, kk5, k05, st, st0, st1, t);
        kk1 = 1;
        kk2 = 1;
        kk3 = 1;
        kk4 = 1;
        kk5 = 1;
///>>>>>>>>>>>>>>>  if (t <= tkc) goto m11;
        wss = 0;
        for(i = 0; i<n0; i++)
            wss = wss + w[i]*sz2[i];
        qrns = (wss - ws00 - eft1)/(tkc - thc);
        hkt = - hh[n - 1] + zz[n0 - 1] - zz[n - 1];
        qrns = ggg*(h00 - hkt)/(tkc - thc) - qrns;
        sue = sue + qrns*ia[iirk - 1];
        sttbuf = L""; // "\r\n";
        stt0 = L"";
        stt0.Format(L" Поток( QRNS ) = %7.5f  Уровень (hkt) =
%7.5f\r\n", qrns, hkt);
        sttbuf += st_radius;

```

```

        sttbuf += stt0;
//      if(hkt != hkt1)
        m_stOutArea += sttbuf;
//      hkt1 = hkt;
//      cout << "поток (QRNS) =" << qrns << "уровень =" << hkt <<
endl;
//      write(6,107) qrns,hkt
// 107      format(10x, "поток =",f10.6,3x, "уровень =", f10.6)
        if (irk<nkk)
            gotom102;
//      stt0.Format(L"\r\n hkn = %d \r\n", knn);
        stt0.Format(L" hkn = %d \r\n", knn);
//      m_stOutArea += stt0;
//      cout << "hkn =" << hkt;
//      write(6,5555) knn
// 5555      format(3x, "knn=", ,14)
        if (knn>= 2)
            gotom3020;
//108      format(30x, "расчетн.поток =",f10,6)
        sue1 = abs(sue);
        a = sue1;
        su30 = sue;
        sue = (sqe1 + sue)/2;
        su20 = su30;
        if(a<su0) a=su0;
        sqe1 = sue;
        if(a<= 1.e-5 &&su0<= 1.e-5)
            gotom105;
        if (abs(sqe1 - su20) <= 0.01*a)
            gotom105;
        sqe1 = sue;
        su0 = sue1;
        gotom109;
//105      write(6,108) sqe1
m105:
//      stt0.Format(L"\r\n sqe1 = %.4f\r\n", sqe1);
//      sttbuf = stt0;
//      m_stOutArea += sttbuf;
        UpdateData(FALSE);
//      cout << "sqe1 = " << sqe1;
        k1 = 1;
        k11 = 2;

```

```

//.....
    doublextau = 10;
    yrb1(k1, k11, xtau);
//.....
    knn = knn + 3;
    hpe = 10;
    sqe1 = sue;
//-----
    sttbuf.Format(L"\r\n sqe1 = %.9f \r\n", sqe1);
    m_stOutArea += sttbuf;
    UpdateData(FALSE);
//-----
    if(knn == 2 || knn == 3)
        gotom201;
//    if(knn == 1 || knn == 4)
//    ka = ka + 1;
//    goto (3020,201,201,3020), knn
m3020: ka = ka + 1;
//    if (ka ,le.kak) go to 302
    } while(ka < 4);    //kak);
    m_bCalc_e = TRUE;
}
///// Конец расчета
////////////////////////////////////

```

**Ջրաիջեցման հաշվարկների PRSARC HID ծրագիրը
C++ ծրագրավորման լեզվով**

```

void CwatExchDlg::PRSARC(double tau, double rg)
{
int i, j, n;
int i0;
int ic, iv, ia, ir, it;
double g3, g4, ud;
double h1, h2, h3;
int kz;
//
i0 = 3;
//-----
g3 = 1 + b10 + bz_0 + b20;
g4 = b10 + b20*(1 + bz_0);
ud = g3*g3 - 4*g4;
u1 = 0.5*(g3 - sqrt(ud));
u2 = 0.5*(g3 + sqrt(ud));
h1 = u1;
h2 = u2;
CString st0 = L"";
CString st1 = L"";
CString st2 = L"";
CString stbuf = L"";
m_stOutArea = L"\r\n";
for(ic = 0; ic < 1; ic++)      //do 8
{
if(ic == 1)
i0 = 1;
for(iv = 0; iv < 1; iv++)      //do 8
{
if(ic == 1 && iv == 2)
return;
kz = iv + 1;
stbuf = L"";
for(ia = 0; ia < 1; ia++)      //do 8
{

```

```

a0 = amm[ia];
st0.Format(L" a0 = %.4f   b10 = %8.2f   bz_0 = %8.2f   b20 = %8.2f \r\n", a0, b10, bz_0, b20);
g5 = a0*(1 + b10 + bz_0) - 1 - b20;
g6 = a0*b10 - b20;
am0 = a0 + 1;
an = a0 - 1;
b_m = 1 + b20 + a0*(1 + b10 + bz_0);
c = a0*b10 + b20;
g3 = 1 + b10 + bz_0 + b20;
g4 = b10 + b20*(1 + bz_0);
ud = g3*g3 - 4*g4;
u1 = 0.5*(g3 - sqrt(ud));
u2 = 0.5*(g3 + sqrt(ud));
h1 = u1;
h2 = u2;
stbuf = st0;
m_stOutArea += stbuf;
UpdateData(FALSE);
// return;
stbuf = L"";
for(it = 0; it < n_tau; it++)    //do 8
{
tau = tam[it];
//cout << endl << "tau" << tau; //36x
st0.Format(L" tau = %.4f\r\n", tau);
m_stOutArea += st0;
for(ir = 0; ir < n_rgm; ir++)    //do 17
{
if(ic == 1 && ir == 4)
goto m22;
if(ic == 1)
continue;
rg = rgm[ir];
n = 100;
//.....
aint(0.0f, 1.0f, s, 1, n, kz);    // 1
//.....
for( i = 0; i < i0; i++)          //do 2
rin[i] = s[i];

```

```

//.....
h3 = h2 + 100;
aint(h2, h3, s, 2, n, kz);           // 2
//.....
for( i = 0; i < i0; i++)           //do 4
rin[i] = rin[i] + s[i];
//.....
h3 = h1 + 100;
aint(h1, h3, s, 3, n, kz);           // 3
//.....
for( i = 0; i < i0; i++)           //do 5
rin[i] = rin[i] + s[i];
//.....
aint(h1, h2, s, 4, n, kz);           // 4
//.....
for( i = 0; i < i0; i++)           //do 6
rin[i] = rin[i] + s[i];
double ab = a0*b10;
if(iv == 0)
{
rin[0] = ab*rin[0];
rin[1] = ab*rin[1];
rin[2] = 0.5*rin[2];
}
if(iv == 1)
{
rin[0] = 0.5*rin[0];
rin[1] = 0.5*rin[1];
rin[2] = b20*rin[2];
}
if(iv == 2)
{
rin[0] = 0.5*rin[0];
rin[1] = 0.5*rin[1];
rin[2] = 0.5*rin[2];
}
for( i = 0; i < i0; i++)           //do 7
rbv[i][ir] = rin[i];
if(i0 == 1)

```

```

continue;
//-----
m22:
rg0 = rgmm[ir];
n = 100;
aint(1.0, 101.0, s, 4, n, kz);
rrn[ir] = s[0];
} //ir
if(i0 != 1)
{
stbuf = L"\r\n";
for(i = 0; i < 4; i++)
{
st0 = L"";
st0.Format(L" %15.7g", rrn[i]);
stbuf += st0;
}
stbuf += L"\r\n";
//
m_stOutArea += stbuf;
}
for(i = 0; i < i0; i++)
{
stbuf = L"";
for(j = 0; j < n_rgm; j++)
{
//
cout << rbv[i][j] << " ";
st0.Format(L" %.4f", rbv[i][j]);
stbuf += st0;
}
stbuf += L"\r\n";
m_stOutArea += stbuf;
UpdateData(FALSE);
} //it
m_stOutArea += L"\r\n";
}
}
}

```



```

} // do 8
UpdateData(FALSE);
return;
}
// common/arm/
// double ri(10), ai(10), r0(10), a00(5), g00(5), t00(7), r0r(3),
// double s0(30), sr(30,10,3), a0, b10, bz0, br0,
// double q01, t01, e01, e02, b00, a11, eh0,
// double ni, ka, nj, g0, k
// //COMMON/arm/
// double ri[10], ai[10], r0[10], a00[5], g00[5], t00[7], r0r[3];
// double s0[30], sr0[30][10][3], aa0, bb10, bz0, br0;
// double q01, t01, e01, e02, b00, a11, sqe1;
// int nkk, ka, nj, ggg, k00;
// common  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5, \rho_6$ 
int ni = nkk;
int k = k00;
double a0 = aa0;
//double  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5, \rho_6$ ;
 $\rho_1 = a0$ ;
 $\rho_2 = b10$ ;
 $\rho_3 = bz0$ ;
 $\rho_4 = br0$ ;
double t = tay;
int i, j, m;
for(i = 0; i < ni; i++)
{
for(m = 0; m < 3; m++)
{
sr0[0][i][m] = 0;
}
}
double r1, rg, tau;
for(i = 1; i < nj; i++) //do 1
{
tau = t*b00;
 $\rho_5 = tau$ ;
t = t - tay;
for(j = 0; j < ni; j++) // do 1

```

```

{
r1 = ri[j];
rg = sqrt(r1*r1*b00/(2.*a0*a11));
ρб = rg;
//.....
HID(k, ror);  /// ПОСТРОЕН НОВАЯ ФУНКЦИЯ      программа - а, определение sr0
//.....
for(m = 0; m < 3; m++)
sr0[i][j][m] = ror[m];
}
}
return;
}
//.....
void CwatExchDlg::HID(int i, double ror [])
{
int j;
for(j = 0; j < 3; j++)
{
ror[j] = sqrt[i][j];
}
}
//.....
//      Вычисление S0(r, t)
//
void CwatExchDlg::yrb1(int kk, int k2, double tay)
{
//      *s0(30),sr0(30,10,3),a0,b10,bz0,br0,
//      *q01,t01,e01,e02,b00,a11,eh0,
//      *ni,ka,nj,g0,km
//      common/arm/
//      double ri(10), ai(10), r0(10), a00(5), g00(5), t00(7), ror(3),
//      double s0(30), sr0(30,10,3), a0, b10, bz0, br0,
//      double q01, t01, e01, e02, b00, a11, eh0,
//      double ni, ka, nj, g0, km
//      //COMMON/arm/
//      double ri[10], ai[10], r0[10], a00[5], g00[5], t00[7], ror[3];
//      double s0[30], sr0[30][10][3],aa0, bb10, bz0, br0;
//      double q01, t01, e01, e02, b00, a11, sqe1;

```

```

//      int nkk, ka, nj, ggg, k00;
        CString stbuf = L"";
        CString st0 = L"";
        CString st20 = L"          ";
        CString stL = L"\r\n-----
-----\r\n";
        int i, j;
        double tau;
        double b10 = bb10;
        double s[3][7] = {0};
        double so[4] = {0};
        double eh0 = sqe1;
        int k1 = kk;
        double f1 = 1. + b10 + bz0 + br0;
        double d1 = b10 + br0*(1. + bz0);
m20:
        double e1 = eh0*g00[k1 - 1];
        double b1 = bz0*e1;
        double d2 = br0*bz0*e1;
        double xsq = f1*f1 - 4.*d1;
        double a1 = sqrt(f1*f1 - 4.*d1);
        double ak1 = 0.5*(f1 - a1);
        double ak2 = 0.5*(f1 + a1);
        double rho1, rho2, rho3, rho4, rho5, rho6, rho7, rho8, rho9, rho10;
        double pe, pe1, pe2;
        double s1, s2, s3;
        rho1 = ak1*b1 - d2;          // o2
        rho2 = ak1*ak1;
        rho3 = ak2*ak2;
        rho4 = ak2 - ak1;
        rho5 = rho2*rho4;
        rho6 = rho3*rho4;
        rho7 = d1*d1;
        rho9 = f1*d2/rho7;
        double z1 = (b1 - d2)/(1. - f1 + d1);
        double z20 = rho1/rho5;
        double z30 = (b1*ak2 - d2)/rho6;
        double z2 = z20/(1. - ak1);
        double z3 = z30/(1. - ak2);

```

```

double z4 = d2/d1;
ρ10 = b1*d1/ρ7;
double z6 = ρ10 - ρ9;
double z5 = z6 - z4;
int nj1 = nj;
j = 2;
if(k2 == 1)
goto m2;
j = 1;
nj1 = nj;
if (k1 > 1)
goto m21;
/*
stbuf = stL;
st0.Format(L"   b10 = %10.6f", b10);
stbuf += st0;
stbuf += st20;
st0.Format(L"   bz0 = %10.6f", bz0);
stbuf += st0;
stbuf += st20;
st0.Format(L"   br0 = %10.6f", br0);
stbuf += st0;
stbuf += stL;
m_stOutArea += stbuf;
stbuf = L"\r\n t = ";
for(i = 0; i < 7; i++)
{
st0.Format(L"  %.4f", t00[i]);
stbuf += st0;
}
stbuf += L"\r\n";
m_stOutArea += stbuf;
*/
//   if(iout == 1)
//   UpdateData(FALSE);
//   write(6,11) b10,bz0,br0
// 11   format(5x, □b10=□ ,f10.6,20x, □bz0=□ ,f10,6,20x, □br0=□ ,f10,6)
//   write(6,10)
// 10   format(120(1h-))

```

```

//      write(6,12) (t00[i],i=1,7)
// 12   format(3x, □si0 tay□ ,7(f10.3,5x))
m21:
        i = i;
//cout << "  si0 tay" << k1 << g00[k1] << endl;
//m21: write(6,12) k1,g00(k1)
//13   format(30x, □g(□ ,i1, □)=□ ,f10.4)
m2:
t = tay;
for(i = 0; i < 3; i++)
so[i] = 0;
for(i = j - 1; i < nj1; i++)    //do 1
{
tau = t*b00;
t = t - tay;
if(k2 == 1)
goto m3;
tau = t00[i];
m3:  pe1 = exp(-ak1*tau)
pe2 = exp(-ak2*tau);
pe = exp(-tau);
ρ8 = z4*tau;
s1 = z1*pe + z2*pe1 - z3*pe2 - ρ8 - z5 - e1*(1 - pe);
s2 = z20*pe1 - z30*pe2 - ρ8 + z6;
s3 = d2*(pe2/ρ6 - pe1/ρ5) - ρ8 + ρ9;
if(ka == 1) s0[i] = s1;
if(ka == 2) s0[i] = s2;
if(ka == 3) s0[i] = s3;
if(k2 == 1)
continue;
s[0][i] = s1;
s[1][i] = s2;
s[2][i] = s3;
}
if(k2 == 1)
return;
/*
for(i = 0; i < 3; i++)
{

```

```

cout << " s(" << i << ") =";
for(j = 0; j < 7; j++)
cout << " " << s[i][j] << endl;
}
*/
//      do b i=1,3
// 8      write(6,15) i,(s(i,j),j=1,7)
//15      format(3x, □s(□ ,i1, □)=□ ,3x,77e15,6)
if (k1 == 5)
goto m30;
k1 = k1 + 1;
goto m20;
m30:  k1 = 1;
}

```