

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ  
ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԳՐԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

**ՂԱՎԵՅԱՆ ՍԵՎԱԿ ՀՐԱԶԻԿԻ**

**ԶՐԱՓՈԽԱՆԱԿՈՒՄԸ ԱԵՐԱՑԻԱՅԻ ԵՎ ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ԶՐԵՐԻ ԳՈՏԻՆԵՐՈՒՄ  
ՈՒՂՂԱԶԻԳ ԴՐԵՆԱԺԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՖՈՆԻ ՎՐԱ**

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

**Ս Ե Ղ Ս Ա Գ Ի Ր**

**ԵՐԵՎԱՆ – 2015**

---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
АРМЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

**ДАВЕЯН СЕВАК ГРАЧИКОВИЧ**

**ВОДНЫЙ ОБМЕН В ЗОНАХ АЭРАЦИИ И ГРУНТОВЫХ ВОД НА ФОНЕ  
ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА**

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 06.01.01. «Общее земледелие, почвоведение, агрохимия»


**ЕРЕВАН – 2015**

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի գիտական խորհրդում:

**Գիտական ղեկավար՝** տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր **Ս.Ս. ՂԱԶԱՐՅԱՆ**  
**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝** տեխնիկական գիտությունների դոկտոր՝ **Ն.Լ. ՍԵԼԻՔՅԱՆ**  
տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ **Ն. Գ. ԱԼՈՅԱՆ**  
**Առաջատար կազմակերպություն՝** «Հայջրնախագիծ ինստիտուտ» ՓԲԸ

*Պաշտպանությունը կայանալու է 2015 թ.-ի դեկտեմբերի 2-ին ժամը 14<sup>00</sup>-ին Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի 011 (Ագրոնոմիա) մասնագիտական խորհրդի նիստում:  
Հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան 74 (1 մասնաշենք, 425 լսարան):*

*Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի գրադարանում:  
Սեղմագրին կարելի է ծանոթանալ ՀԱԱՀ պաշտոնական կայքում [www.anau.am](http://www.anau.am)  
Սեղմագիրն առաքված է 2015 թ.-ի նոյեմբերի 2-ին:*


**Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար, գյուղ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ՝**  **Ս.Ս. ՂԱԶԱՐՅԱՆ** **Գ.Վ.**

---

Тема диссертации утверждена на ученом совете Национального аграрного университета Армении

**Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор **С.М. КАЗАРЯН**  
**Официальные оппоненты:** доктор технических наук **Н.Л. МЕЛИКЯН**  
кандидат технических наук, доцент **Н.Г. АЛОЯН**  
**Ведущая организация:** **ЗАО “Армводпроект институт”**

*Защита диссертации состоится 2-го декабря 2015 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании специализированного совета 011 (Агрономия) Национального аграрного университета Армении по адресу: 0009, г. Ереван, ул. Теряна 74 (1 корпус, 425 аудитория).  
С авторефератом можно ознакомиться на официальном сайте НАУА [www.anau.am](http://www.anau.am)  
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального аграрного университета Армении.  
Автореферат разослан 2-го ноября 2015 г.*

**Ученый секретарь специализированного** 

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԸ ՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

**Աշխատանքի արդիականույթը:** Ոռոգելի հողատարածությունների մեկիորատիվ 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 գործոնն է:

Ատենախոսությունում դիտարկվում է անբացահայտ գոտում ջրափոխանակման եզրային խնդիրը ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքով՝ հաշվի առնելով մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան: Միաժամանակ քննարկվում է գրունտային ջրերի մակարդակի փոփոխման խնդիրը՝ կախված անբացահայտ 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:

**Յետազոտության նպատակը և խնդիրները:** Յետազոտման նպատակը ոռոգելի հողատարածություններում ջրափոխանակման խնդրի ուսումնասիրությունն է և դրա լուծումը՝ հաշվի առնելով մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան: Ատենախոսական աշխատանքում դիտարկվել են հետևյալ խնդիրները.

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

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

**Յետազոտության գիտական նորույթը:** Յետազոտության գիտական նորույթը համարվում է.

- Անբացահայտ 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 մեթոդները:** Բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրից տարբեր ռեժիմներով ջրհանման դեպքում ատրացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ջրափոխանակման խնդրի լուծման համար կիրառվել են մաթեմատիկական մոդելավորման սկզբունքները:

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

- Կատարել ատրացիայի գոտում ջրափոխանակման խնդրի հաշվարկը և որոշել մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիոն սնման մոդուլի մեծությունը և նրա ազդեցությունը գրունտային ջրերի մակարդակի վրա,
- Տարբեր հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում տրված ելակետային տվյալների համար որոշել գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումները՝ կախված ատրացիայի 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:

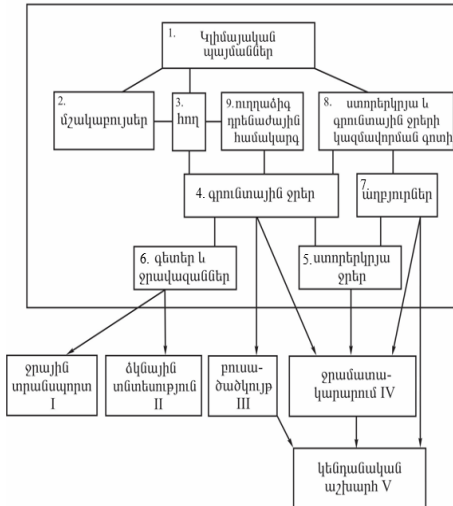
**Աշխատանքի կազմը և ծավալը:** Ատենախոսական աշխատանքը շարադրված է 150 էջերի վրա՝ ներառյալ հավելվածները: Այն բաղկացած է աշխատանքի ընդհանուր բնութագրից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից և առաջարկություններից, գրականության ցանկից և հավելվածներից: Նյութը ներկայացված է 22 աղյուսակներով և 18 նկարներով: Գրականության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

## **ԱՏԵՆԱՏԱՆՔԻ ՀԱՄԱՌՈՑ ԲՈՎԱՆԴԱՎԻԹՅՈՒՆԸ**

**Առաջին գլխում** ներկայացված է հողագրունտներում ջրափոխանակման գործընթացների ընդհանուր բնութագիրը ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա:

**Պարագրաֆ 1.1-ում** կատարված է հողագրունտներում ջրափոխանակման ուսումնասիրության գրականության համառոտ ակնարկ: 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 քննարկվում են ագրոէկոհամակարգի այն հնարավոր փոփոխությունները, որոնք կապված են ոռոգման համակարգերի ստեղծման և օգտագործման հետ: Կազմվել է ոռոգելի հողատարա-

ծություններում ջրափոխանակման նմանակման դիմամիկ մոդելի բլոկ-սխեման ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքով (նկ.1): Այն բաղկացած է 2 հիմնական հատվածներից: Առաջին մասը պատկերում է հողում ջրափոխանակման դիմամիկ մոդելը ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա: Երկրորդ մասը ցույց է տալիս ջրափոխանակման ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա և հնարավորություն է տալիս վերլուծել ու գնահատել իրականացված միջոցառումների

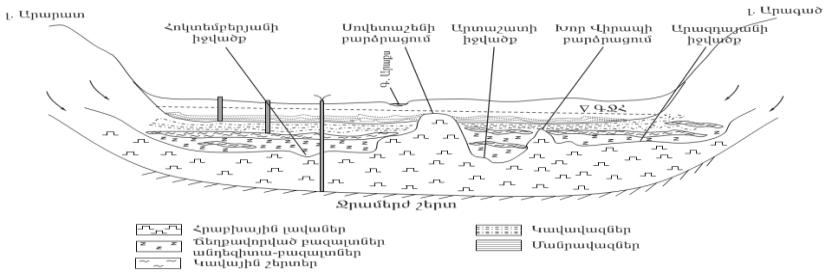


Շեստակովը, Ֆ.Մ. Բոչևերը, Ի.Ա. Չարնին, Ա.Կ. Անանյանը, Ս.Մ. Ղազարյանը, Վ.Ս. Սարգսյանը, Ն.Լ. Մելիքյանը, Է.Յ. Խաչատրյանը, Յ.Լ.

հետևանքները: Կատարվել է ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի հենքի վրա ջրափոխանակման խնդիրների վերաբերյալ արևկա գրականության ուսումնասիրություն: Ուղղաձիգ դրենաժներով գրունտային ջրերի ուսումնասիրությամբ զբաղվել են Ս.Կ. Աբրամովը, Ա.Յ. Օլեյնիկը, Ս.Ֆ. Ավերյանովը, Վ.Ս. Չավադյանը, Ռ. Մ. Բարսեղյանը Գ.Ա. Ալոյանը և ուրիշներ: Ջրափոխանակման խնդիրների ուսումնասիրությամբ առաջինը զբաղվել է Լ.Ա. Ռիչարդսը: Շարունակելով ուսումնասիրությունները Ա.Ա. Կյուտը ստացել է հողում ջրափոխանակման միաչափ խնդրի լուծումը: Յետագայում այս խնդրով զբաղվել են Ի.Կ. Գավիչը, Ն.Ն. Վերիգինը, Ս.Ի. Խարչենկոն, Ս.Մ. Ղազարյանը, Դ.Մ. Կացը, Ա.Ա. Ռոդեն և ուրիշներ:

**Նկ.1. Ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման դիմամիկ նմանակման մոդելի բլոկ-սխեման ուղղաձիգ դրենաժի աշխատանքի ֆոնի վրա**

**Պարագրաֆ 1.2-ում** ներկայացվել են Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պայմանները և այդ պայմաններում ստորերկրյա ջրերի ձևավորման և տեղաշարժի վրա ազդող հիմնական գործոնները:



**Նկ.2. Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական կտրվածքի պարզեցված սխեման**

Կազմվել է հարթավայրի հիդրոերկրաբանական կառուցվածքի պարզեցված ընդհանրացումը, որտեղ առանձնացված են այն հիմնական իջվածքները և բարձրացումները, որոնք ձևավորում են Արարատյան արտեզյան ավազանը (Նկ.2): Արարատյան հարթավայրը շնորհիվ իր զբաղեցրած դիրքի համարվում է փակ միջլեռնային արտեզյան ավազան՝ հանդես գալով որպես գրունտային և ստորերկրյա ջրերի բեռնաթափման և կուտակման վայր: Այստեղ առանձնացվում են 3 ջրատար հորիզոններ՝ գրունտային ջրերի գոտին և երկու ճնշումային ջրատար հորիզոնները (Ներքին և վերին ճնշումային), որոնք միմյանցից բաժանված են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող կավային շերտով:

**Պարագրաֆ 1.3-ում** Ստացված են ջրատար շերտերում ստորերկրյա ջրերի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումները և նրանց ձևափոխությունները տարբեր ջրատար հորիզոնների համար: Ջրափոխանակման ակտիվ գոտում դիտվում է գրունտային ջրերի չհաստատված շարժում, քանի որ մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի ինտենսիվությունը և գոլորշիացումը մշտապես փոփոխվում են: Բազմաշերտ ֆիլտրացիոն միջավայրում ստորերկրյա ջրերի չհաստատված շարժումը նկարագրող դիֆերենցիալ հավասարումները ստացված են՝ օգտվելով ջրային հաշվեկշռի ընդհանուր բանաձևից: Առանցքով համաչափ խնդրի դեպքում ջրային հաշվեկշռի հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը.

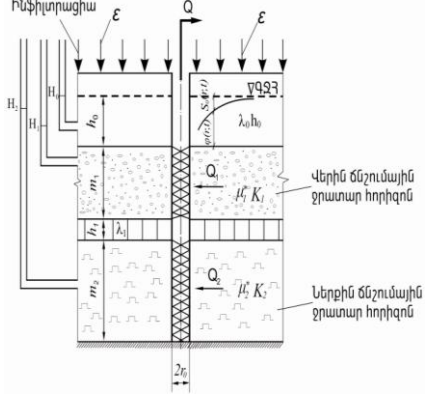
$$\Delta M = \Delta M_r + \Delta M_\mu + \Delta M_G + \Delta M_\varepsilon \quad (1)$$

որտեղ՝  $\Delta M$  -ը  $V_2$  տարրական ծավալում հեղուկի քանակի փոփոխությունն է dt ժամանակահատվածում,  $\Delta M_r$ -ը ջրի այն քանակն է, որը մուտք է գործում կամ դուրս է գալիս գլանաձև տարրական ծավալի շառավիղ վեկտորի (r) ուղղությամբ,  $\Delta M_\mu$  և  $\Delta M_G$ -ն համապատասխանաբար ստորերկրյա ջրերի այն հոսքերն են, որոնք ներթափանցում են տարրական ծավալ վերևից և ներքևից,  $\Delta M_\varepsilon$ -ը ջրի այն քանակն է, որը տարրական գլան մուտք է գործում ի հաշիվ մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի: Տեղադրելով համապատասխան արժեքները (1) բանաձևում՝ կստանանք հետևյալ արտահայտությունը.

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

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,  $\mu^*$ -ը առաձգական ջրատվության գործակիցն է,  $\lambda_n$ -ը երկու ճնշումային ջրատար հորիզոնները բաժանող շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցն է,  $\varepsilon$ -ը մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի մեծությունն է: 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 ծավալի 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 ծակուտկեն միջավայրի ծավալի ավելացումը կամ փոքրացումը, որը տեղի է ունենում ի հաշիվ մուտք գործող և դուրս եկող ջրերի ծավալների փոփոխության:

Նկ.3-ում պատկերված հիդրոերկրաբանական կտրվածքի համար, որտեղ առկա են երկու ճնշումային ջրատար հորիզոններ և մեկգրունտային ջրերի հորիզոն, ստորերկրյա ջրերի շարժումը նկարագրվում է երեք հավասարումներով, որոնք ստացվում են (2)-ից: Վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնի համար գրունտային ջրերի շարժման (2) հավասարման աջ կողմի չորրորդ անդամը անտեսվում է, քանի որ այն նկարագրում է մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիան վերին ծածկող շերտում:



**Նկ.3. Ջրատար շերտերի կտրվածքը ուղղաձիգ դրենաժի ֆոնի վրա**

Բանաձևի մեջ ներմուծելով վերին ճնշումային ջրատար շերտը բնութագրող հիդրոերկրաբանական պարամետրերը կարող ենք գրել.

$$\frac{\partial S_1}{\partial t} = a_1 \left( \frac{\partial^2 S_1}{\partial r^2} + \frac{\partial S_1}{r \partial r} \right) - b_1 (S_1 - S_2) - b_1^* (S_1 - S_0) \quad (3)$$

Ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնի համար (2) 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 (2) հավասարման մեջ ներմուծելով ներքին ճնշումային ջրատար շերտը բնութագրող հիդրոերկրաբանական պարամետրերը՝ կստանանք ջրատար այդ շերտում ստորերկրյա ջրերի շարժումը նկարագրող հետևյալ արտահայտությունը.

$$\frac{\partial S_2}{\partial t} = a_2 \left( \frac{\partial^2 S_2}{\partial r^2} + \frac{\partial S_2}{r \partial r} \right) - b_2 (S_2 - S_1) \quad (4)$$

Վերին ծածկող շերտում դիտվում է գրունտային ջրերի անճնշում շարժում ազատ մակերևույթով: Ընդունելով, որ ծածկող շերտի ֆիլտրացիայի գործակիցը շատ անգամ փոքր է վերին ճնշումային հորիզոնի ֆիլտրացիայի գործակիցից, կարելի է եզրակացնել, որ ջրի շարժումը տեղի է ունենում ուղղաձիգ ուղղությամբ: Ջրատար այս շերտի համար կստացվի.

$$\partial S_0 / \partial t = b_0 (S_1 - S_0) - e \quad (5)$$

Ստացված (3), (4) և (5) դիֆերենցիալ հավասարումները նկարագրում են ստորերկրյա ջրերի չհաստատված շարժումը վերին ճնշումային, ներքին ճնշումային և վերին ծածկող ջրատար հորիզոններում:

**Երկրորդ գլխում** դիտարկվել են ջրաիջեցման հաշվարկները՝ կախված ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմներից:

**Պարագրաֆ 2.1-ում** կատարվել են 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 հիդրավլիկական կապի մեջ (նկ.3): 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 գունարային ելքը հաստատուն մեծություն է՝  $Q_1(t) + Q_2(t) = Q = \text{const}$ :

Ջրաիջեցման հաշվարկների համար սահմանվել են հետևյալ սկզբնական և եզրային պայմանները.

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

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r(\partial S_i / \partial r + T_2 \partial S_2 / T_1 \partial r) = -Q / 2\pi T = \text{const}, \text{ երբ } t > 0 \quad (6)$$

որտեղ՝  $S_i(r, t)$ -ն ջրաիջեցման արժեքներն են  $i = 0, 1, 2$  դեպքերում,  $Q$ -ն գունարային ելքն է,  $T_1$  և  $T_2$ -ը համապատասխանաբար վերին և ներքին ճնշումային ջրատար շերտերի ջրահաղորդականություններն են: Նշված պայմանների դեպքում (3), (4) և (5) դիֆերենցիալ հավասարումների համար կիրառելով օպերացիոն հաշվարկման մեթոդները՝ կստանանք.

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

$$a_1 \left( \bar{S}_2'' + 1/r \bar{S}_2' \right) - (p + b_2) \bar{S}_2 + b_1 \bar{S}_1 = 0, \quad b_0 \bar{S}_1 - (p + b_0) \bar{S}_0 = e/p \quad (7)$$

որտեղ՝  $S(t)$  ֆունկցիան ունի հետևյալ նշանակությունը.  $\bar{S}(p) = \int_0^{\infty} S(t) \exp(-pt) dt$

(7) հավասարումների համատեղ լուծման արդյունքում ստացվել է ջրատար շերտերի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման համար հետևյալ բանաձևը, որտեղ հաշվի է առնված ինֆիլտրացիոն սնունը, երբ ջրհանումը կատարվում է երկու ճնշումային ջրատար շերտերից միաժամանակ.



$$S_i(r,t) = S_{i0}(t) - \frac{Q}{4\pi T} R_i^{(1)}(r,t) - \frac{\Delta H}{4T} T_1 R_i^{(2)}(r,t) + \frac{\delta_1}{4T} T_1 R_i^{(3)}(r,t) \quad (i = 0,1,2) \quad (8)$$

որտեղ՝

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

$$S_{10}(t) = \frac{(k_1 \delta_1 - d_2)e^{-k_1 \tau}}{k_1^2 (k_2 - k_1)} - \frac{(k_2 \delta_1 - d_2)e^{-k_2 \tau}}{k_2^2 (k_2 - k_1)} - \left( \frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - f_1 d_2}{d_1^2} \right), S_{20}(t) = \frac{d_2 e^{-k_1 \tau}}{k_1^2 (k_1 - k_2)} - \frac{d_2 e^{-k_2 \tau}}{k_2^2 (k_1 - k_2)} - \frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{f_1 d_2}{d_1^2} \quad (9)$$

$\delta_1, f_1, d_1, d_2$ -ը հաստատուններ են, որոնք կախված են ջրատար շերտերի հիդրոներկրաբանական պայմաններից.

$$\delta_1 = B_1^{*0} e, e = \varepsilon G, d_2 = B_2^0 B_1^{*0} e, f_1 = 1 + B_1^0 + B_1^{*0} + B_2^0, d_1 = B_1^{*0} + B_2^0 + B_1^{*0} B_2^0 \quad (10)$$

$\tau$ -ն ժամանակի չափազուրկ մեծությունն է,  $\tau = b_0 t$ ,  $t$ -ն ջրհանման ժամանակամիջոցն է:  $B_1^0, B_2^0, B_1^{*0}$  - ջրատար շերտերը բնութագրող չափազուրկ պարամետրեր են՝

$$B_1^0 = b_1 / b_0, B_2^0 = b_2 / b_0, B_1^{*0} = b_1^* / b_0$$

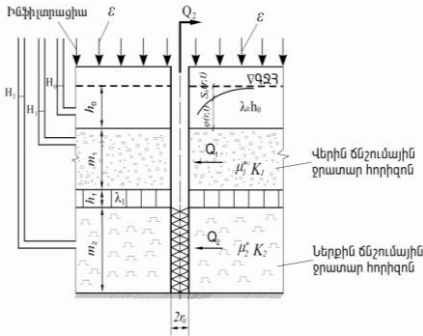
$T$ -ն ջրատար շերտերի գունարային ջրահաղորդականությունն է՝  $T = T_1 + T_2 = k_1 m_1 + k_2 m_2$ ,  $m_1$ -ը և  $m_2$ -ը համապատասխանաբար վերին և ներքին ճնշումային ջրատար շերտերի հզորություններն են,  $\Delta H$ -ը պիեզոմետրիկ ճնշումների տարբերությունը,  $R_i^{(1)}(r,t)$ ,  $R_i^{(2)}(r,t)$  և  $R_i^{(3)}(r,t)$ -չափազուրկ հիդրավլիկական դիմադրություններն են: Ստացվել են (8) հավասարման ասիմպտոտիկ լուծումները ջրհանման մեծ ու փոքր ժամանակների համար:

**Պարագրաֆ 2.2-ում** դիտարկվել են ջրափջեցման հաշվարկները, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն ներքին ճնշումային ջրատար շերտից: Ջրափջեցման հաշվարկների համար սահմանվել են հետևյալ սկզբնական և եզրային պայմանները.

$$S_i(r,t) = 0, \text{ երբ } t = 0 \quad (i = 0,1,2) \quad S_i(r,t) = 0, \text{ երբ } t > 0 \quad r \rightarrow \infty \quad (11)$$

$$\lim_{r \rightarrow r_0} r \left( \frac{\partial S_2}{\partial r} \right) = - \frac{Q_2}{2\pi T_2} = \text{const, երբ } t > 0 \quad (12)$$

Հաշվարկային սխեման պատկերված է նկ.4-ում.



**Նկ.4. Ներքին ճնշումային ջրատար շերտից ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման սխեման**

ինքնաշատրվանող ջրհորների համար: Համաձայն այս պայմանի ինքնաշատրվանող ջրհորի ելքը ժամանակի ընթացքում նվազում է էքսպոնենցիալ օրենքով: Լուծելով (7) հավասարումները սահմանված սկզբնական և եզրային պայմանների դեպքում, օգտագործելով օպերացիոն հաշվարկման մեթոդները՝ կարող ենք գրել հետևյալ արտահայտությունները.

$$S_1 = c_1 k_0 (\omega_1 r) + c_2 k_0 (\omega_2 r) + S_{10} \quad S_2 = c_1 \lambda_1 k_0 (\omega_1 r) + c_2 \lambda_2 k_0 (\omega_2 r) + \bar{S}_{20} \quad (14)$$

որտեղ՝  $\omega_{1,2} = \sqrt{\frac{b_0(a_0 \lambda^2 + b \lambda + c \pm f(\lambda))}{2a_2(\lambda + 1)}}$ ,  $\lambda_{1,2} = \frac{N \lambda^2 + \gamma_5 \lambda + \gamma_6 \mp f(\lambda)}{2A^0 B_1^0 (\lambda + 1)}$

$$c_1 = \mp \frac{Q_2}{2\pi T_2} \frac{1}{\lambda(\lambda + 1)}, \quad a_0 = A^0 + 1, \quad b = 1 + B_2^0 + A^0(1 + B_1^0 + B_1^{*0}), \quad \lambda = \rho/b_0,$$

$$N = A^0 - 1, \quad \gamma_5 = A^0(1 + B_1^0 + B_1^{*0}) - (1 - B_2^0), \quad \gamma_6 = A^0 B_1^0 - B_2^0$$

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները (14)-(14)-ի մեջ (12) պայմանի համար կստանանք ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման բանաձևը ջրատար շերտի ցանկացած կետում ժամանակի ցանկացած պահին, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն ներքին ճնշումային ջրատար հորիզոնից:

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) - Q_2 / 4\pi T_2 R_i^{\text{II}}(r, t) \quad (15)$$

(13) պայմանի դեպքում կարող ենք գրել.

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) - Q_0 / 4\pi T_2 R_i^{\text{II}*}(r, t) \quad (16)$$

$R_i^{\text{II}}(r, t)$ -ն և  $R_i^{\text{II}*}(r, t)$ -ն չափազուրկ հիդրավիկական դիմադրություններն են, որոնք ջրհանման փոքր ժամանակամիջոցների համար որոշվում են հետևյալ արտահայտություններով.

$$R_0^{\text{II}}(r, t) = \frac{A^0 B_1^0 b_0^2}{N} \left( \varphi_0 \left( \frac{r^2}{A^0 a_1}, t \right) - \varphi_0 \left( \frac{r^2}{a_1}, t \right) \right) \quad (17)$$

(12) պայմանը ցույց է տալիս, որ ներքին ճնշումային ջրատար շերտից ջրհանումը իրականացվում է հաստատուն ելքով: Սակայն, երբ ջրհանումը կատարվում է ինքնաշատրվանման միջոցով, այդ պայմանը կարելի է սահմանել (13) արտահայտությամբ:

$$r \lim_{r \rightarrow r_0} r (\partial S_2 / \partial r) = -Q_0 e^{-qt} / 2\pi T_2 \quad (13)$$

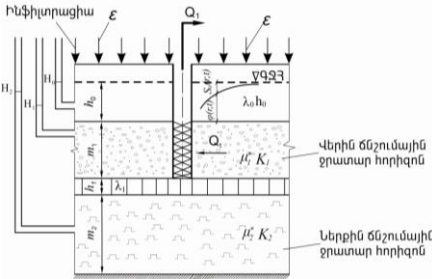
որտեղ՝  $Q_0$ -ն ջրհորից շատրվանող սկզբնական ելքն է,  $t$ -ն ջրհանման տևողությունն է,  $q$ -ն ցուցիչ է, որը ստացվում է փորձնական տվյալների հիման վրա: (13) պայմանը ճիշտ է միայն մեծ ճնշում ունեցող

$$R_I^0(r, t) = \frac{A^0 B_I^0 b_0}{N} \left( \varphi_I \left( \frac{r^2}{A^0 a_I}, t \right) - \varphi_I \left( \frac{r^2}{a_I}, t \right) \right), \quad R_2^0(r, t) = E_i \left( -\frac{r^2}{4A^0 a_I t} \right)$$

**Պարագրաֆ 2.3-ում** կատարվել են ջրաիջեցման հաշվարկները, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն վերին ճնշումային ջրատար շերտից: Ջրաիջեցման հաշվարկների համար սահմանվել են հետևյալ սկզբնական և եզրային պայմանները.

$$S_i(r, t) = 0, \text{ երբ } t = 0 \quad (i = 0, 1, 2) \quad S_i(r, t) = 0, \text{ երբ } t > 0 \quad r \rightarrow \infty \quad (18)(18)$$

$$\lim_{r \rightarrow 0} r(\partial S_i / \partial r) = -Q_i / 2\pi T_i = \text{const}, \text{ երբ } t > 0 \quad (19)(19)$$



Օգտագործելով օպերացիոն հաշվարկման մեթոդը՝ ստացված է ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցման որոշման բանաձևը ջրատար շերտի ցանկացած կետի համար ժամանակի ցանկացած պահին, երբ ջրհանումը կատարվում է միայն վերին ճնշումային հորիզոնից հաստատուն ելքով.

$$S_i(r, t) = S_{i0}(t) - Q_i / 4\pi T_i R_i^4(r, t) \quad (20)$$

**Նկ.5. Վերին ճնշումային ջրատար շերտից ուղղաձիգ դրեմաժով ջրհանման սխեման**

որտեղ  $\xi$  փազուրկ հիդրավիկական դիմադրությունները որոշ-

վում են (21) արտահայտություններով:

$$R_0^4(r, t) = b_0 \varphi_I \left( \frac{r^2}{a_I}, t \right), R_1^4(r, t) = E_i \left( \frac{r^2}{4a_I t} \right), R_2^4(r, t) = \frac{B_2^0 b_0}{N} \left( \varphi_I \left( \frac{r^2}{A^0 a_I}, t \right) - \varphi_I \left( \frac{r^2}{a_I}, t \right) \right) \quad (21)$$

$S_{i0}(t)$ -ն  $i=0, 1, 2$  դեպքերում ջրհանման փոքր ժամանակների համար որոշվում է հետևյալ արտահայտություններով.

$$S_{00}(t) = -\frac{\delta_1 b_0^3 t^3}{6} - \bar{c} b_0 t, S_{10}(t) = -\frac{\delta_1 b_0^3 t^3}{6}, S_{20}(t) = -\frac{d_2 b_0^3 t^3}{6} \quad (22)$$

$S_{i0}(t)$ -ն  $i=0, 1, 2$  դեպքերում ջրհանման մեծ ժամանակների համար որոշվում է հետևյալ արտահայտություններով.

$$S_{00}(t) = -\left( \frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - d_1 d_2 - f_1 d_2}{d_1^2} + e \right), S_{10}(t) = -\left( \frac{d_2}{d_1} \tau + \frac{\delta_1 d_1 - f_1 d_2}{d_1^2} \right), S_{20}(t) = -\left( -\frac{d_2}{d_1} \tau - \frac{f_1 d_2}{d_1^2} \right) \quad (23)$$

Ջրաիջեցման հաշվարկների կատարման համար կազմվել է համակարգչային ծրագիր C++ ծրագրավորման լեզվով PRSARC HID անվամբ: Ծրագիրը սարքեր հիդրոերկրաբանական պայմանների և ջրհանման ռեժիմների դեպքում հաշվարկում է ջրաիջեցման արժեքները:

**Երրորդ գլխում** մեկնաբանվում է ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման խնդրի ընդհանուր դրվածքը և լուծումները:

**Պարագրաֆ 3.1-ում** դիտարկվել է աերացիայի և գրունտային ջրերի գոտիներում ջրափոխանակման եզրային խնդիրը:

Աերացիայի գոտին հողի մակերևույթից մինչև գրունտային ջրերի հորիզոնը եղած տարածությունն է: Այս գոտու հողագրունտները իրենցից ներկայացնում են բարդ անհոտորոպ ծակոտկեն միջավայր, որտեղ տեղի են ունենում փոխկապակցված բազմաթիվ գործընթացներ: Գրունտային ջրերի գոտին հիդրավլիկական կապի մեջ է գտնվում մակերեսային ջրերի հետ ինֆիլտրացիայի ճանապարհով: Հողագրունտներում ջրափոխանակման խնդրի լուծման ընդհանուր մոտեցումը պահանջում է գանգվածա-փոխանակման գործընթացի դիտարկում բարդ համակարգում՝ ընդգրկելով ջրերի շարժումը բոլոր գոտիներում: Դրանք են վերաբերում ջրերի շարժումը լրիվ հազեցած գոտում, խոնավության շարժումը մասնակի հազեցած գոտում (աերացիայի գոտի), հողի մակերևույթից գոլորշիացումը, բույսերի տրանսպիրացիան և այլն: Նկ.6-ում դիտարկվում է Արարատյան հարթավայրի

**Նկ.6. Ջրափոխանակման հաշվարկային սխեման աերացիայի գոտում**

հիդրոերկրաբանական կտրվածքը: Աերացիայի գոտում ջրափոխանակումը դիտարկվել է միայն ուղղաձիգ ուղղությամբ հողի մակերևույթի և գրունտային ջրերի հորիզոնի (ԳՋՀ) միջև: Այս դեպքում օգտվելով խոնավության ծավալի պահպանման օրենքից և ջրի շարժման ֆիլտրացիայի օրենքից, կունենանք.

$$v = -K \partial h / \partial z \tag{24}$$

որտեղ՝  $K$ -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է,  $\partial h / \partial z$  - ը հիդրավլիկական գրահիենտը,  $h$  - ը հիդրոստատիկական ճնշումն է: Հողի տարրական բարձրությունում ջրի հաշվեկշռի հավասարումը կլինի՝

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{\partial v}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K \frac{\partial h}{\partial z} \right) \tag{25}$$

որտեղ՝  $\theta$  -ն հողի ծավալային խոնավությունն է: Հիդրոստատիկ ճնշման համար կարող ենք գրել՝  $h = \psi + z$ ,

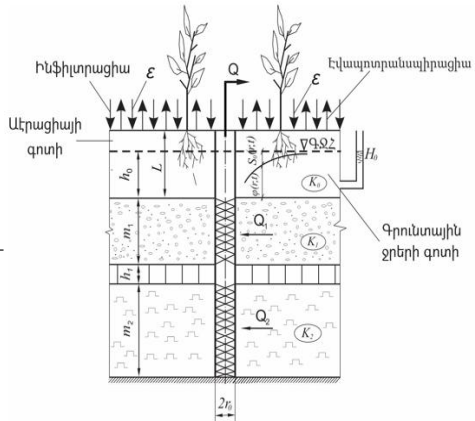
որտեղ՝  $z$ -ը գրավիտացիոն պոտենցիալն է, հողի մակերևույթի վրա  $z = 0$ ,  $\psi$ -ն կապիլյար պոտենցիալի ֆունկցիան է:

(24) – ից և (25) –ից կունենանք՝

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( K \frac{\partial (\psi + z)}{\partial z} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left( K \left( \frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) \right) \tag{26}$$

(26)–ը աերացիայի գոտում ուղղաձիգ 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՝ պայմանա-



վորված բույսերի արմատների կողմից ջրի կլանման հետ՝ (26) հավասարումը կընդունի հետևյալ տեսքը.

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

(27)

$\theta(\psi)$  և  $K(\psi)$  կախվածությունները համարվում են հայտնի հողի յուրաքանչյուր հորիզոններում: Սահմանային պայմանները այդ դեպքում գրունտային ջրերի փոփոխական հորիզոնի և հողի մակերևույթի վրա կլինեն՝

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

$$K \left( \frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) = E_{in} - E_q - \frac{\partial(\eta\psi)}{\partial t}, \text{ երբ } z = L \quad (28)$$

որտեղ՝  $\varphi(r, t)$ -ն և  $h_0$ -ն համապատասխանաբար գրունտային ջրերի սահմանի դիրքն է և խորությունը (նկ. 6),  $S_0(r, t)$  -ն գրունտային ջրերի հորիզոնի իջեցումն է, որի մեծությունը որոշվում է կախված ճնշումային ջրատար հորիզոններից ջրառի ռեժիմներից,  $E_{in}$ ,  $E_q$  - 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 արագությամբ:

Բույսերի կողմից խոնավության կլանումը նկարագրելու համար ներկայացվել է հետևյալ արտահայտությունը.

$$f(z, t) = E_{in} \frac{\omega(z) \cdot \alpha(z)}{\int_0^{h_k} \omega(z) \cdot \alpha(z) \cdot dz} \quad (29)$$

որտեղ՝  $h_k$  - ն արմատների տարածման խորությունն է,  $\omega(z)$ -ը արմատների համեմատական տեսակարար մակերեսն է,  $\alpha(z)$  - ը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\alpha(z) = \begin{cases} 0, \text{ երբ } \psi \leq \psi_w; \\ \lg \psi_w / \psi(x), \text{ երբ } \psi_w < \psi \leq \psi_n; \\ \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max}} \lg \left( \frac{\psi_w / \psi_n}{\psi_n / \psi_n} \right) \lg \frac{\psi}{\psi_n} + \frac{E_{min}}{E_{max}} \lg \frac{\psi_w}{\psi_n}, \text{ երբ } \psi_n < \psi \leq \psi_n; \\ \frac{E_{min}}{E_{max}} \lg \psi_w / \psi_n, \text{ երբ } \psi < \psi_n, \end{cases} \quad (30)$$

որտեղ՝  $\psi_n$ ,  $\psi_w$  - ն ներծծման ճնշման արժեքներն են, որոնք պայմանավորված են համապատասխանաբար դաշտային խոնավունակությամբ ( $\psi_n$ ) և բույսի աճի խոնավությամբ ( $\psi_w$ ),  $\psi_n$  - նույնը գերխոնավ գոտում, երբ տրանսպիրացիան մոտենում է  $E_{in}$ -ի նվազագույն արժեքին,  $E_{max}$  - ը տրանսպիրացիայի առավելագույն արժեքն է խոնավության օպտիմալ պայմանների դեպքում:

Գրունտային ջրերի հորիզոնի դրությունը որոշվում է կախված էին ֆիլտրացիոն սնումից: Ե-ի մեծությունը իր հերթին կախված է ռադիացիոն հաշվեկշիռից, ֆիզիկական գոլորշիացումից, տրանսպիրացիայից, բույսերի

արմատների խորությունից և զՏ հորիզոնից: Առանձին ջրհորներից ջրհանման պայմաններում  $\varepsilon_p$ -ի մեծությունը կարող ենք ստանալ հետևյալ բանաձևով.

$$\varepsilon_p = \frac{2 \int_{t_1}^{t_2} \int_0^R \left[ E_{տեղ} + E_n - E_q - E_{տ} - \int_{\varphi(r,t)}^L \theta dz - \mu \frac{dh}{dt} \right] r dr dt}{R^2 (t_2 - t_1)} \quad (31)$$

որտեղ՝  $E_{տեղ}$ ,  $E_n$ ,  $E_q$ ,  $E_{տ}$  – տեղումների, ոռոգման, գոլորշիացման, տրանսպիրացիայի գումարային արժեքներն են միջինացված սնման մակերեսի և ժամանակի համար,  $(t_2 - t_1)$  – ջրհանման տևողությունն է,  $R$  – ջրհորի ազդեցության շառավիղն է,  $\int_{\varphi(r,t)}^L \theta dz$  -ը ընդհանուր խոնավության պաշարն է

հողի մակերևույթից մինչև զՏՅ:

**Պարագրաֆ 3.2-ում** դիտարկվել է հողում ջրափոխանակման խնդրի բլոկսխեման և հաշվարկման ալգորիթմը ընդհանուր տեսքով:

Դիտարկենք (27) ուղղաձիգ ջրափոխանակության ալգորիթմը (28) եզրային պայմանների դեպքում: Երբ  $z=L$ , ներմուծենք անհավասարաչափ  $x_i$  ցանց  $h=x_{i+1}-x_i$  քայլով, որտեղ  $i=1...N$  և փոփոխական ցանց  $\tau$  քայլով կախված է ժամանակից այնպես, որ  $t_{j+1}=t_j+\tau_j$ ,  $j=0,1,2$ :

Ինտեգրենք (27) հավասարումը ըստ  $x$ -ի  $(x_{i+1/2}, x_i)$  և  $(x_{i-1/2}, x_i)$  սահմաններում: Ստացված արժեքները գումարելով՝ կստանանք.

$$q_{i+\frac{1}{2}} - q_{i-\frac{1}{2}} = \int_{x_{i-\frac{1}{2}}}^{x_{i+\frac{1}{2}}} \left( \frac{\partial \theta}{\partial t} - f \right) dz \quad \text{որտեղ՝} \quad q_{i+\frac{1}{2}} = \left( -K \frac{\partial \psi}{\partial x} + K \right) \Big|_{x=x_{i-\frac{1}{2}}}^{x=x_{i+\frac{1}{2}}} \quad (32)$$

Հողում ջրի հոսքի համար  $x_{i+1/2} = x_i + h_{i/2}$ : Ինտեգրելով  $q_{i+1/2} = (-K \partial \psi / \partial x + K)$  հավասարումը  $(x_i, x_{i+1})$  միջակայքում և ընդունելով, որ  $q_n$  և  $\partial \psi / \partial x$  -ը այդ նույն միջակայքում հաստատուն են, կստանանք հողում ջրի հոսքի համար հետևյալ

$$\text{բանաձևը՝} \quad q_{i+\frac{1}{2}} = - \frac{\int_{\psi_i}^{\psi_{i+1}} K(\psi) d(\psi)}{\psi_{i+1} - \psi_i} \left( \frac{\psi_{i+1} - \psi_i}{h_i} - 1 \right), \quad \text{որտեղ՝} \quad \psi_i = \psi(x_i) \quad (33)$$

Տեղադրելով (32) և (33) արտահայտությունները (27)-ում՝ կարող ենք գրել.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{h_i} \left[ K_{i+\frac{1}{2}} \left( \frac{\psi_{i+1} - \psi_i}{h_i} - 1 \right) - K_{i-\frac{1}{2}} \left( \frac{\psi_i - \psi_{i-1}}{h_{i-1}} - 1 \right) \right] + f_i \quad (34)$$

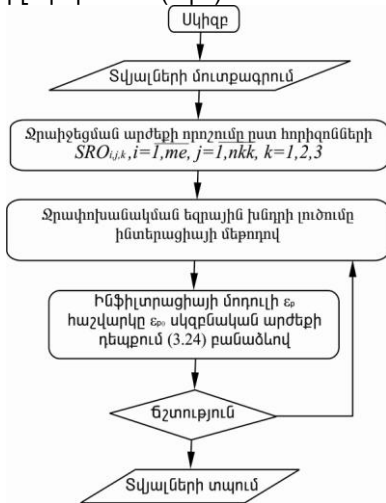
(27) դիֆերենցիալ հավասարումը ինտեգրենք  $(t_{j+1}, t_j)$  միջակայքում: Արդյունքում ստացվում է հետևյալ արտահայտությունը.

$$\theta_t = \sigma \Lambda^{j+1} \psi + (1-\sigma) \Lambda^j \psi + \sigma t^{j+1} + (1-\sigma) f^j \quad (35)$$

Երբ  $i=1$ ,  $q_{-1/2} = -E_q + E_{տ} + \partial(\eta \psi) / \partial t$  և  $h_1 = h_{1/2}$  հողի մակերեսի մոտ եզրային պայմանի համար կունենանք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\frac{h}{2} \theta_t + (\eta \psi)_t = K_1 \left( \frac{\psi_2 - \psi_1}{h_1} - 1 \right) + E_q - E_{un} \quad (36)$$

Քանի որ (36)-ը գծային արտահայտություն է, լուծման համար սովորաբար օգտագործվում է խտերացիայի մեթոդը: Խնդրի լուծման համար կազմվել է ջրափոխանակման հետևյալ ընդհանուր բլոկ-սխեման (Նկ.7).



**Նկ. 7. Ջրափոխանակման ընդհանուր բլոկ-սխեման**

**Պարագրաֆ 4.1-ում** ներկայացվել են ինֆիլտրացիոն մոդուլի գնահատման ելակետային տվյալները: Ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկները կատարված են Արարատյան հարթավայրի հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում: Հաշվարկների համար ներկայացվել են անհրաժեշտ օդերևութաբանական տվյալները, ջրման ռեժիմները, ժամկետները և հիդրոմոդուլի օրդինատները: Հաշվարկներում ընդունվել են հետևյալ ելակետային տվյալները՝ առվույտի յուրաքանչյուր հունձից  $1մ^2$  հաշվով ստացվող կենսազանգվածի մեծությունը՝  $M = \Sigma M / 4 = 1.2 / 4 = 0.3 կգ / մ^2$ , որտեղ  $\Sigma M$ -ը ընդհանուր կենսազանգվածն է, արմատաբանակ շերտի խորությունը կազմում է  $1մ$ , տրանսպիրացիայի առավելագույն արժեքը կազմում է  $E_{max} = 0.015 մ/օր$ , իսկ նվազագույնը՝  $E_{min} = 0.001 մ/օր$ , տրանսպիրացիայի գործակցի արժեքը յուրաքանչյուր հունձի ընթացքում ընդունվում է հաստատուն՝  $\mu_{un} = 1.19$ , հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ վեգետացիայի ամբողջ ընթացքում արմատաբանակ շերտը ապահովված է եղել օպտիմալ խոնավությամբ: Աերացիայի գոտում ուղղաձիգ ջրափոխանակման և ինֆիլտրացիոն մոդուլի հաշվարկների համար ներկայացվել են հողի ջրաֆիզիկական հատկությունների և մեխանիկական կազմի վերաբերյալ տվյալները:  $P^F = I_g(-\psi)$  ֆիքսված արժեքների դեպքում ստացվել են հողի համապատասխան շերտերի համար ծավալային խոնավության արժեքները, որոնք անփոփոխ են աղյուսակ 1-ում:

**Պարագրաֆ 3.3-ում**

բերված է WATEXCH ծրագրի կառուցվածքը և ընդհանուր նկարագրությունը: WATEXCH ծրագիրը կազմված է հիմնական և օժանդակ ծրագրից: Հիմնական ծրագիրը կառավարում է ամբողջ համակարգի աշխատանքը՝ տվյալների մուտքագրումը, հաշվարկային ծրագրերի կանչումը, լուծում է ուղղաձիգ ջրափոխանակման խնդիրը, կատարում է ամբողջ խտերացիոն գործընթացը:

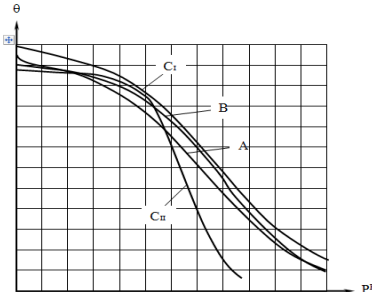
**Չորրորդ գլխում**

կատարվել է աերացիայի գոտում ջրափոխանակման գնահատում թվային լուծումներով:

Ծավալային խոնավության արժեքները ըստ  $P^F$ -ի

$P^F$	$\theta$			
	A(0...32)սմ	B(32...62)սմ	C <sub>i</sub> (62...87)սմ	C <sub>ii</sub> (87...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

Աղյուսակի տվյալներով կառուցվել են  $\theta = \varphi(P^F)$  կորերը՝ նկ.8.



Նկ.8.  $\theta = \varphi(P^F)$  կորերը հողի A, B, C<sub>i</sub> և C<sub>ii</sub> շերտերի համար

Ստացված կետերը ապրոկսիմացվել են հետևյալ բանաձևով՝

$$\theta = \frac{\theta_0}{1 + (\psi/\psi_*)^m} \quad (37)$$

որտեղ  $m$ ,  $\psi_*$  և  $\theta_0$ -ն պարամետրեր են, որոնց արժեքները վերցվել են կորերից:  $K(\psi)$  կախվածության որոշման համար հաշվարկներում ընդունվել են հետևյալ արտահայտությունները-

$$K = \begin{cases} K_{\psi}, \text{ երբ } \psi < \psi_1 \\ A\psi^n, \text{ երբ } \psi_2 > \psi > \psi_1 \\ A_1\psi - 1, \text{ երբ } \psi > \psi_2 \end{cases}$$

(38)

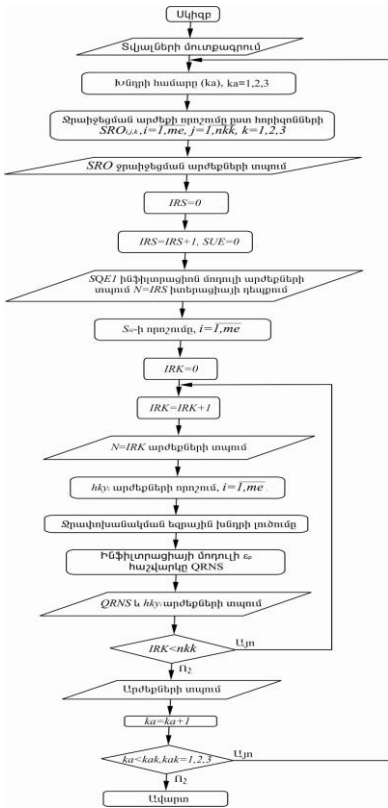
որտեղ  $A, A_1, n$ -ը հաստատուններ են: Հաշվարկներում օգտագործվող ջրատար շերտերը բնութագրող չափագուրկ պարամետրերը բերված են աղ. 2-ում:

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

**Պարագրաֆ 4.2-ում** դիտարկվել է բլոկ-սխեմայով և ալգորիթմական ծրագրով ինֆիլտրացիոն մոդուլի խտեբացիոն հաշվարկը: Ինֆիլտրացիոն մոդուլի խտեբացիոն հաշվարկման բլոկ-սխեման պատկերված է նկ. 9-ում:





է ուղղաձիգ ջրափոխանակման (31) դիֆերենցիալ հավասարումը (14-րդ բլոկը):

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):

PRSARC HID-ի աշխատանքից հետո սկսվում է խտրացիոն գործընթացը, որոշվում են  $S_{10}$  արժեքները, երբ  $i = 1...me$  կախված ինֆիլտրացիոն մոդուլից (SQE1) և ուղղաձիգ դրենաժով ջրհանման ռեժիմներից  $ka$ , (բլոկ-սխեմայում 6-9 բլոկները): Այնուհետև  $IRK = 1...nkk$  դաքերում որոշվում է գրունտային ջրերի մակարդակը՝  $Q_{\Sigma}$  (hky), երբ  $i = 1...me$ , (բլոկ-սխեմայում 10-13 բլոկները), որից հետո լուծվում են **Նկ. 9. Ինֆիլտրացիոն մոդուլի խտրացիոն հաշվարկման բլոկ-սխեման**

Սովորաբար բավարար է լինում իրականացնել 3-4 խտրացիա: WATEXCH ծրագիրը և նրա կողմից իրականացվող ամբողջ խտրացիոն գործընթացը ներկայացված է աստեղագծային հավելվածում:

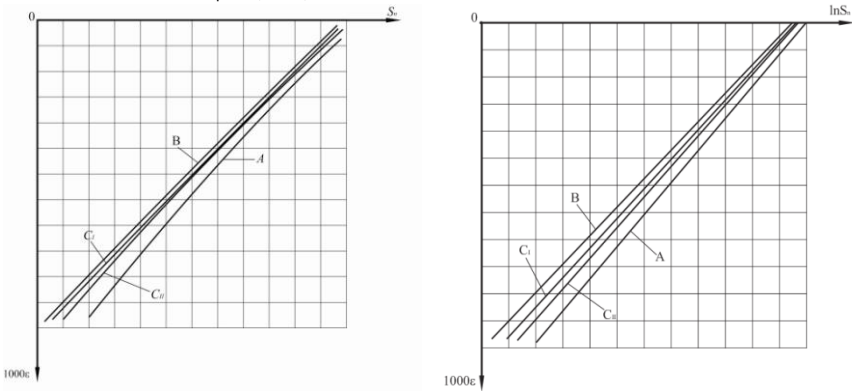
**Պարագրաֆ 4.3-ում** բերված են ինֆիլտրացիոն մոդուլի և ջրաիջեցման հաշվարկային տվյալները (աղյուսակ 3) և արդյունքները ներկայացվել են էմպիրիկ բանաձևերով:

Աղյուսակ 3.

Ինֆիլտրացիոն մոդուլի և ջրաիջեցման արժեքները

N	S(r,t)	lnS <sub>n</sub>	1000ε <sub>p</sub>			
			A	B	C <sub>I</sub>	C <sub>II</sub>
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
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 3-ի տվյալներով կառուցվել են ինֆիլտրացիայի մոդուլի և ջրաիջեցման կախվածությունը պատկերող  $\varepsilon_p = \varphi(S_n)$  կորերը հողի համապատասխան շերտերի համար (նկ.10 ա): Ինֆիլտրացիայի մոդուլի և գրունտային ջրերի հորիզոնի միջև ֆունկցիոնալ կապի հաստատման համար կառուցվել են նաև  $\varepsilon_p = \varphi(\ln S_n)$  գրաֆիկները (նկ.10 բ):



ա)

բ)

**Նկ. 10. Ինֆիլտրացիոն մոդուլի կախվածությունը ջրաիջեցումից**

Նկ.10-ի բ)-ում բերված գրաֆիկներից ստացվում է հետևյալ արտահայտությունը.

$$\ln S = -k(1000\varepsilon) + \ln b \quad (39)$$

որտեղ  $k$ -ն անկյունային գործակիցն է,  $\ln b$ -ն  $\ln S_n$  առանցքի վրա հատված է: (39) բանաձևից  $k$  գործակցի համար ստացվել է հետևյալ արտահայտությունը.

$$k = -\frac{\sum_{i=1}^n 1000 \varepsilon_i \ln S_n / b}{\sum_{i=1}^n (1000 \varepsilon_i)^2} \quad (40)$$

$k$ -ի համար ստացվել են հետևյալ արժեքները՝  $k = -0.608, -0.513, -0.532, -0.553$   
Տեղադրելով  $k$  գործակցի արժեքները (39) բանաձևում՝ կստանանք ինֆիլտրացիայի մոդուլի որոշման բանաձևերը հողի համապատասխանաբար  $A, B, C_1$  և  $C_{II}$  շերտերի համար.

$$1000\varepsilon_p = 1.645 \ln S_n - 2.73 \quad 1000\varepsilon_p = 1.879 \ln S_n - 3.045 \quad (41)$$

$$1000\varepsilon_p = 1.949 \ln S_n - 3.138 \quad 1000\varepsilon_p = 1.808 \ln S_n - 2.947$$

**Պարագրաֆ 4.4-ում** ներկայացված են ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևերի լուսաբանումը անբացիայի գոտում ջրափոխանակման ազդեցությամբ, երբ ջրհանումը կատարվում է վերին ճնշումային ջրատար շերտից: Հաշվարկները կատարված են 2-րդ գլխում ներկայացված բանաձևերով՝ որպես ելակետային տվյալներ ընդունելով §4.1-ում բերվածները: Հաշվարկների արդյունքներով կառուցվել է  $S$ -ի կախվածությունը ժամանակից պատկերող կորերը ջրհանման մեծ ու փոքր ժամանակների համար: Հաշվարկների արդյունքում պարզ է դառնում, որ ջրաիջեցման բանաձևերի կիրառման դեպքում փորձնական տվյալների համեմատությամբ սխալը չի գերազանցում 10%-ը:

**ԱՆԴՅԱՆՈՒՐ 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 զուրոշիացման 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, 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: Հաշվարկների կատարման համար կազմված է առանձին համակարգչային ենթաօրագիր PRSARC HID անվամբ C++ ծրագրավորման լեզվով:

3. Դիտարկվել է ոռոգելի հողերում ջրափոխանակման խնդիրը և նրա լուծումները, որտեղ ներկայացվել են.

3.1 Արագիայի 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 անհայտի և գրունտային ջրերի գոտիներում իրականացվել է իտերացիայի մեթոդով:

3.2 Մշակվել են ջրափոխանակման եզրային խնդրի լուծման բլոկ- սխեման, հաշվարկային ալգորիթմները և դրանց հիման վրա կազմվել է WATEXCH համակարգչային ծրագիրը C++ ծրագրավորման լեզվով:

4. Կատարվել է անհայտի գոտում ջրափոխանակման գնահատում թվային լուծումներով, որտեղ եղած ելակետային տվյալներով և հաշվարկային բլոկ-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: Կատարվել է ջրաիջեցման հաշվարկային բանաձևերի լուսաբանում անհայտի 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. Անհայտի 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. Հողագրունտներում մակերեսային ջրերի ինֆիլտրացիայի և ջրաիջեցման կախվածությունը գնահատելու համար օգտագործել ստացված էմպիրիկ բանաձևերը:

#### **Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են հետևյալ գիտական հոդվածներում**

1. Ղազարյան Ա.Մ., Դավեյան Ա.Յ., Ջրաիջեցման հաշվարկները ուղղաձիգ դրենաժով միաժամանակ ճնշումային երկու ջրատար հորիզոններից ջրհանման պայմաններում: Ագրոգիտություն, եր. 2014. N11-12, էջ 621-625:
2. Ղազարյան Ա.Մ., Դավեյան Ա.Յ., Անհայտի գոտու տարբեր շերտերում ինֆիլտրացիայի մոդուլի հաշվարկը վերին ճնշումային ջրատար հորիզոնից ջրհանման դեպքում: Ագրոգիտություն, եր. 2015. N3-4, էջ 155-160:
3. Դավեյան Ա.Յ., Հողում ինֆիլտրացիայի արագության որոշումը ինտենսիվ անձրևների պայմաններում: ՀԱԱՀ, Միջազգային գիտաժողովի նյութեր, եր. 2015թ. էջ 75-79:
4. 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.
5. 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.

6. 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.

**ДАВЕЯН СЕВАК ГРАЧИКОВИЧ**  
**ВОДНЫЙ ОБМЕН В ЗОНАХ АЭРАЦИИ И ГРУНТОВЫХ ВОД**  
**НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА**

**РЕЗЮМЕ**

Рост и развитие сельскохозяйственных культур во многом зависит от мелиоративного состояния земельных угодий. Исходя из мотивировки, необходимо рассмотреть задачу водообмена в почве и предоставить такие решения, которые способствовали бы получению максимального урожая культур, что является основным залогом развития сельского хозяйства.

В основном, на территории нашей республики засоленные и переувлажненные почвы распространены в Араратской долине, занимая почти половину ее территории. Основная причина засоления и переувлажнения почв – это повышенный уровень грунтовых вод, что обусловлено как нарушением режима орошения, вследствие чего остаточные воды инфильтрируют и доходят до горизонта грунтовых вод, так и подъемом вод из подземных напорных пластов.

В Араратском артезианском бассейне есть два таких напорных пласта – нижний и верхний, над которыми расположена зона грунтовых вод. Все вышеупомянутые водоносные горизонты гидравлически связаны. Из вышесказанного можно сделать вывод, что для регулирования уровня грунтовых вод необходимо соблюдать режим орошения культур и рационально использовать подземные напорные воды.

Целью диссертационной работы является исследование задачи водообмена на орошаемых земельных угодьях и ее решение с учетом инфильтрации поверхностных вод, включая оценку изменения уровня грунтовых вод в зависимости от водообмена.

В зоне активного водообмена, которая охватывает напорные и безнапорные водоносные пласты, наблюдается неустановившееся движение подземных вод, что обусловлено изменением величин интенсивности инфильтрации поверхностных вод и испарением.

В рамках темы были выдвинуты и решены следующие задачи:

- Поступление инфильтрационных вод в зону аэрации. Здесь рассмотрено математическое выражение процесса водообмена, в виде дифференциального уравнения, определение его граничных условий, с предоставлением результатов эмпирическими формулами.
- Изменение горизонта грунтовых вод в зависимости от процесса водообмена в зоне аэрации. Данный процесс представлен в виде дифференциальных уравнений, с его граничными условиями. Оценка решений граничных условий и результатов дана в зависимости от режимов откачки воды из фильтрационной среды.

Упомянутые задачи являются особо актуальными для Араратской долины, решение которых даст возможность урегулировать уровень грунтовых вод, с целью предотвращения засоления, переувлажнения и заболачивания почв.

Научной новизной исследования является:

- Решение краевой задачи водообмена в зонах аэрации и грунтовых вод на фоне работы вертикального дренажа, заложенного в многослойной фильтрационной среде;
- Определение модуля инфильтрационного питания, в зависимости от режимов откачки подземных вод, который представлен, в основном, специальными блок-схемой и программой алгоритмического решения;
- Получение новых эмпирических формул для определения модуля обусловленной понижением уровня воды инфильтрации, в зависимости от питания поверхностными и грунтовыми водами.

Для решения задачи водообмена в зонах аэрации и грунтовых вод, при различных режимах откачки из многослойной фильтрационной среды, применяли принципы математического моделирования. Поскольку значения горизонтов грунтовых вод и инфильтрационного модуля являются заранее неизвестными величинами, то решение общей задачи водообмена в зонах аэрации и грунтовых вод проводилось методом итерации.

Для решения краевой задачи водообмена составлена компьютерная программа WATEXCH на языке программирования C++. На основе расчетных данных получены эмпирические формулы, которые дают возможность определить значения модуля инфильтрации для соответствующих горизонтов пластов, в зависимости от величин снижения уровня воды и соответствующих исходных данных территории при различных режимах откачки воды.

Имея инфильтрационный модуль, выяснены расчетные формулы понижения воды в зоне аэрации, под воздействием водообмена, при откачке воды только из верхнего напорного водоносного слоя, с предоставлением их качественной оценки путем сравнения с данными опытной откачки. В результате расчетов выявлено, что, в случае применения расчетных формул, ошибка при сравнении с опытными данными не превышает 10%.

Для проведения расчетов составлена отдельная подпрограмма PRSARC HID на языке программирования C++, с помощью которой возможно определить значения понижения уровня воды в заданных гидрогеологических условиях при различных режимах откачки воды из водоносных горизонтов.

Результаты исследований, проведенных в диссертационной работе, позволяют сделать следующие выводы:

- Для решения краевых задач водообмена в зоне аэрации следует применять представленные в диссертации расчетные формулы и методы.
- Результаты научного исследования применимы для решения задач по определению модуля инфильтрационного питания и снижения уровня воды, с использованием приведенных в диссертационной работе методов и компьютерной программы.

- Для определения взаимосвязи инфильтрации поверхностных вод и снижения уровня воды следует применять полученные эмпирические уравнения.

Результаты исследования по общим положениям нашли применение в проектах ЗАО“ Армводпроект институт”’.

## **DAVEYAN SEVAK WATER CYCLE IN THE ZONES OF AERATION AND GROUND WATERS AGAINST THE BACKGROUND OF VERTICAL DRAINAGE OPERATION**

### **SUMMARY**

The growth and development of crops greatly depend on the ameliorative condition of farmlands. Under this motivation it is necessary to consider the problem on soil water cycle and submit such solutions which can provide the crops maximal yield that is the key prerequisite of the agriculture development.

In general, on the territory of our Republic the saline and over wet soils are widespread on the Ararat valley occupying almost half of its territory. The main reason of soil salinization and over wetting is the high level of ground waters caused both by the irrigation regime violation, due to which the residual waters infiltrate reaching the ground water aquifer, and water lifting from the subterranean confined aquifers.

There are two of such confined aquifers in the Ararat artesian basin – lower and upper, over which the ground water zone locates. The all abovementioned water-bearing aquifers are hydraulically connected. Considering the abovementioned we can come to conclusion that in order to control the groundwater level it is necessary to follow the irrigation regime and rationally use the subterranean pressure waters.

The thesis aim is to investigate the problem of water cycle on the irrigated farmlands and provide its solution taking into account the surface water infiltration, as well as estimate the variation of ground water table subject to the water cycle.

In the zone of active water cycle that includes confined and unconfined water bearing beds, there is observed unsteady subterranean water flow due to the variation of values of surface water infiltration rate and evaporation.

Within the scope of the theme the following problems were raised and solved:

- Penetration of infiltrating waters into the aeration zone. Herein, we consider the mathematical expression of water cycle process in the form of differential equation, determination of boundary conditions and submission of the results by the empiric formulas.
- Variation of ground water table subject to the water cycle process in the aeration zone. This process is presented in the form of differential equations, including its boundary conditions. The solutions on boundary

conditions and the results were evaluated subject to the regimes of water pumping from the filtration medium.

The mentioned problems are actual especially for the Ararat valley, the solutions of which can enable the regulation of ground water table in order to prevent soil salinization, overwetting and waterlogging of lands.

The research novelty implies the following:

- Solution of boundary problem on water cycle in aeration zone and ground waters against the background of the operation of vertical drainage embedded in the multilayer filtration medium;
- Determination of infiltration recharge modulus subject to the regimes of the subterranean waters, which, in general, is presented by the block-diagram and algorithm solution program;
- The deduced empiric formulas for determining depression-dependent infiltration modulus subject to the recharge by the surface and ground waters.

To solve the problem on water cycle in the zones of aeration and ground waters at different regimes of water pumping from the multilayer filtration medium, we use the principles of mathematical modelling. Since the values of the ground water level and infiltration modulus are not predetermined ones, thus the general problem on the water cycle in the zones of aeration and ground waters is solved by iteration method.

In order to solve the boundary problem we draw up WATEXCH computer program in C++ programming language. Based on the design data we obtain the empiric formulas that enable the calculation of infiltration modulus for the relevant aquifers of beds subject to the values of water depression and baseline data of the area at different regimes of water pumping.

Having the infiltration modulus, we find out the design formulas of water depression in the aeration zone under water cycle condition, in case of water pumping only from the upper layer of confined aquifer, including submission of their qualitative assessment by comparison with the data of test pumping. The calculation results reveal that, in case of using the design formulas, the error at comparing with the test data does not exceed 10%.

For calculations we draw up a separate subprogram PRSARC HID in C++ programming language with the help of which one can determine the values of water depression under specified hydro geological conditions at different regimes of water pumping from water bearing beds.

The results of the research conducted in the thesis allow drawing up the following conclusions:

- To solve the boundary problems on water cycle in aeration zone we recommend application of design formulas and methods submitted in the thesis.
- To use the research results for solving the problems on determining the infiltration recharge modulus and water depression level with the help of the methods and computer program presented in the thesis.



➤ To determine the correlation between the infiltration and water depression level it is proposed to use the obtained empiric equations. The research results on general statements have found their application in the projects of the „HayJrNakhagits Institute CJSC.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "D. Hayjurnakhagits", is located in the bottom right corner of the page.