КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ
Суу проблемалары жана гидроэнергетика институту

ТАЖИКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ
Суу проблемалары, гидроэнергетика жана экология институту

Тажик улуттук университети

Д 25.17.544 мамлекет аралык диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда

УДК 556.3.01: 556.013:626.811

ЛИТВАК РАФАЭЛЬ ГРИГОРЬЕВИЧ

КЫРГЫЗСТАНДЫН ТОО АРАСЫНДАГЫ ӨРӨӨНДӨРҮНҮН ШАРТТАРЫНДА МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ МЕНЕН ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫК ПРОБЛЕМАЛАРДЫ ЧЕЧҮҮ

25.00.07. – Гидрогеология

Техника илимдеринин доктору окумуштуулук даражасын
изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын
АВТОРЕФЕРАТЫ

Бишкек
2019

Иш Кыргыз ирригация илим-изилдөө институтунда (КИИИИ) аткарылган

Илимий кеңешчи: Техника илимдеринин доктору, Кыргыз Республикасынын УИАнын академиги Тажикстан Республикасынын ИАнын академиги **Дюшен Маматканович Маматканов**

Расмий оппоненттер: Кыргыз-Түрк "Манас" университетинин экологиялык инженерия кафедрасынын профессору, т.и.д., проф. **КОЖОБАЕВ КАНАТБЕК АСЕКОВИЧ** (25.00.07, 25.00.08)
"КазГИДЭК гидрогеологиялык илимий-өндүрүштүк жана долбоорлук уюму" ЖЧШнин геоэкология жана математикалык моделдөө бөлүмүнүн башчысы, г.-м.и.д. **ПОДОЛЬНЫЙ ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВИЧ** (25.00.07)
Казакстан Республикасынын Айыл чарба министрлигинин Суу ресурстары боюнча комитетинин Чөлкөмдүк гидрогеологиялык-мелиорациялык борборунун жетекчиси, **д.т.н. ШАКИБАЕВ ИЛАН ИСАТАЕВИЧ** (25.00.07).

Жетектөөчү мекеме: КР Өкмөтүнө караштуу Өнөр жай, энергетика жана жер казынасын колдонуу мамлекеттик комитети

Диссертацияны коргоо 2019-жылдын 11-январында саат 10:00дө КР УИАнын Суу проблемалары жана гидроэнергетика институтуна, Тажикстан Республикасынын Суу проблемалары, гидроэнергетика жана экология институтуна жана Тажик улуттук университетине караштуу түзүлгөн **Д 5.17.544** Мамлекет аралык диссертациялык кеңештин отурумунда он-лайн шарттамында, төмөнкү даректер боюнча: Бишкек ш., Фрунзе көч. 53; Душанбе ш., Айни көч. 14А болот.

Диссертация менен КР УИАнын Суу проблемалары жана гидроэнергетика институтунун китепканасынан, ТР ИАнын Суу проблемалары, гидроэнергетика жана экология институтунун китепканасынан, төмөнкү даректер боюнча таанышууга болот: 720033, Кыргыз Республикасы, Бишкек ш., Фрунзе көч. 53, тел. +996 312 323728, E-mail: tv_tuzova@mail.ru; Тажикстан Республикасы, Душанбе ш., Айни көч., 14А. E-mail: owp@tojikiston.com; телефон: +992(372) 2222320 жана http:www/vak.kg сайтынан.

Автореферат 2018-жылдын "11" декабрь таркатылды.

Д 25.17.544 Мамлекет аралык диссертациялык кеңешинин окумуштуу катчысы, физика - математика илимдеринин кандидаты Т. В. Тузова

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Теманын актуалдуулугу. Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн калкынын жыргалчылыгына жана саламаттыгына башкы коркунучтардын бири – жер алдындагы суулардын каптап кетүүсү. Жер алдындагы суулардын деңгээли 0-1 м тереңдикте турганы өзгөчө кооптуу. Мындай тереңдикте жерлердин интенсивдүү деградациясы жүрөт, курулуштардын пайдубалдары бузулат, бир катар оорулардын (безгек, кургак учук) тобокели көбөйөт. КР Өкмөтүнүн "Кыргыз Республикасынын аймагында суу ташкынга каршы жана жер алдындагы суулардын деңгээлин төмөндөтүү иш-чараларын даярдоо жана өткөрүү боюнча чаралар жөнүндө" (2003-жылдын 14-мартындагы № 132) Токтомунда, жалпысынан өлкө боюнча "...185 калктуу пункттар суунун каптап кетүүсүнө дуушарланган да, 100дөн ашууну дараметтүү суу каптап кетүү чөлкөмдөрүндө турушат" деп белгиленген. Суунун каптап кетүүсү менен майнаптуу күрөшүү үчүн (өзгөчө тоо арасындагы өрөөндөрдүн татаал табияттык жана суу чарбалык шарттарында) анын себептерин сандык айкындоо зарыл, бул жер алдындагы суулардын чыпкаланышын моделдөөнү активдүү колдонуусуз мүмкүн эмес. Мындан тышкары, математикалык моделдөө коргоочу тутумдарды долбоорлоодо сарамжалдуу чечимдерди негиздөө жана издөө үчүн зарыл.

Суу ресурстарын сарамжалдуу башкаруунун жана коргоонун маанилүү компоненттери жер алдындагы сууларга байкоо жүргүзүү жана алардын табигый талылуулук даражасын аныктоо проблемалары болуп саналат. Диссертациялык иште суулуу мейкиндиктердин талылуулугуна гидрогеологиялык факторлордун таасирине байкоо жүргүзүү схемаларын оптимизациялоо жана комплекстүү баалоо маселелери чечилген.

Көрсөтүлгөн жагдайлар ушул диссертациялык иште чечилүүчү милдеттердин актуалдуулугунун жогору даражасы жөнүндө айтышат.

Иштин илимий программалар жана темалар менен байланышы. Диссертациялык изилдөөлөр 1983-жылдан 2018-жылга чейин автор Кыргыз ирригация ИИИнун Мелиорациялык гидрогеология жана суу чарба проблемалары лабораториясында лабораториянын башчысы, темалардын жооптуу аткаруучусу жана жетекчиси катары иштеген учурунда жүргүзүлгөн. Изилдөөлөрдүн бир бөлүгү автор КР УИАнын Суу проблемалары жана гидроэнергетика институтунда иштеген мезгилде аткарылган.

Изилдөөлөрдүн тематикасы эскерилген институттардын илимий изилдөөлөрүнүн мамлекеттик мерчемдерине кирген. Ал мерчемдер «Курчап турган чөйрөнү коргоо жана табият ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу», «Кыргыз Республикасынын 2020-жылга чейин өнүгүү стратегиясы», «2013-2017-жылдар мезгилине туруктуу өнүгүүнүн улуттук стратегиясы (ТӨУС)», «Кыргыз Республикасынын аймагында суу ташкынга каршы жана жер алдындагы суулардын деңгээлин төмөндөтүү иш-чараларын даярдоо жана өткөрүү боюнча чаралар жөнүндө" мамлекеттик программаларга шайкеш келишет.

Аткарылган изилдөөлөр КР Айыл жана суу чарбасы, өнөр жай министрлигинин тармактык программаларында, КР Билим берүү жана илим министрлигинин илимий изилдөөлөр программаларында алдын ала каралган.

Изилдөөлөрдүн максаты жана милдеттери. Изилдөөлөрдүн негизги максаты – калктуу пункттарды жана сугат аймактарын жер алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоо, суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо, жер алдындагы сууларга байкоо жүргүзүү проблемаларын чечүү жана башка гидрогеологиялык проблемаларды чечүү үчүн чыпкалоо жараяндарын моделдөөнүн усулдарын иштеп чыгуу жана модификациялоо. Моделдөөнүн усулдары Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн бөтөнчөлүктүү шарттарына колдонмолуу иштелип чыгышат, бирок ариддик климатка жана төртүнчүлүк чөкмөлөрдүн мүнөздүү катмарлуу түзүлүшүнө ээ тоо арасындагы өрөөндөр үчүн да жалпылаштырыла алышат.

Гидрогеологиялык жана суу чарбалык объектилерди долбоорлоо жана негиздөө менен байланышкан көптөгөн проблемалар, он миңдеген мейкиндиктик блокторду ичине алган көлөмдүү тор моделдердин негизинде чечиле алышат. Мындай моделдерди колдонуу көп эмгекти сарптоолорду, олуттуу атайын даярдыкты жана кымбат баалуу программалык камсыздоонун барлыгын талап кылат. Ушундай модель автор тарабынан түзүлгөн жана Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүн суу алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоонун сценарийлерин карап чыгууда колдонулган (диссертациянын иштин 3-бабы). Талдоочулук чечимдерге негизделген моделдерди колдонуу – азыраак эмгек талап кылуучу жараян, бирок ал бир катар манилүү чектөөлөргө ээ болот. Чыпкалоо моделдерин түзүүдө эмгекти сарптоолорду илимий негизделген азайтууга багытталган изилдөөлөр (моделденип жаткан объектинин мүнөздүү өзгөчөлүктөрүн эске алууда), өтө актуалдуу. 4-бапта блокторунун саны азайтылган, бирок коюлган милдетти чечүү үчүн толук жетиштүү болгон тор модели колдонулган. Жетиштүүлүк жер алдындагы суулардын басымдарынын моделдик жана фактылык өзгөрүүлөрүн катар коюуга негизделген. Экинчи бапта натыйжалардын ишеничтүүлүгүн сактоодо моделдөө жараянына эмгекти сарптоолорду маанилүү азайтууга жол берүүчү жаңы талдоочулук чечимдер жана баалоолор алынган. Алтынчы бапта жер алдындагы сууларга байкоо жүргүзүү схемаларын негиздөөнүн шайманы катары бир өлчөмдүү стационардык эмес моделдерди колдонуу сунушталган. Заманбап программалык топтомдорду колдонуу талдоочулук чечимдерди колдонууга негизделген математикалык моделдерди майнаптуу ишке ашырууга жол берет.

Көрсөтүлгөн максатка жетишүү үчүн автор төмөнкү милдеттерди чечүүсү зарыл:

1) Горизонталдуу дренажды эсептөөлөрдө ылдый жаткан суулуу катмарлардын басымдарынын өзгөрүүлөрүнүн маанилүүлүгү сандык чен-өлчөмүн иштеп чыгуу. Чен-өлчөмдү кийинки геочыпкалоочу моделдөө үчүн талдоочулук эсептөөлөрдө жана суулуу тереңдикти схематизациялоодо колдонуу сунушталат.

2) Ариддик климаттын шарттарында жер алдындагы суулардын бууланууусунун бир тектүү эмес инверсиясын эске алуу менен дренаж скважинатеринин тааси-

ринен улам жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөөлөрүн эсептөөлөр үчүн көз карандылыктарды алуу.
3) Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн ариддик климатынын шарттарында горизонталдуу дренаж тутумдарын талдоочулук эсептөөлөрдө, жер алдындагы суулардын буулануу инверсиясын майнаптуу эсептөө методикасын иштеп чыгуу.
4) Чүй өрөөнүнүн чыгуу чөлкөмүнүн жер алдындагы суулар деңгээлдерине калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардан кошумча суу алуунун жана сугатты кайра куруунун таасирин баалоо үчүн талдоочулук көз карандылыктарды алуу. Усул талдоочулук көз карандылыктарга негизделүүгө тийиш. Мында өрөөндүн төмөнкү мүнөздүү өзгөчөлүктөрүн эске алуу зарыл: калыптануу жана чыгуу чөлкөмдөрүнүн чек арасында суу өткөргүчтүктүн кескин азаюусу; түрдүү чыпкалоо чөлкөмдөрүндө жер алдындагы суулардын буулануусунун ар кыл мыйзам ченемдүүлүктөрү.
5) Шаардын түндүк бөлүгүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерин азайтуунун ар кыл сценарийлерин кайра түзүү үчүн Бишкек шаары жайгашкан чөлкөмдүн жер алдындагы сууларын чыпкалоонун стационардык эмес көп катмарлуу моделин түзүү.
6) Кыргызстандын Ош облусунун Кара-Суу районунун «Савай» А/Онун аймагындагы жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин интенсивдүү көтөрүлүү себептерин изилдөө.
7) Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн типтүү болгон катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо үчүн гидрогеологиялык факторлорду комплекстүү эсептөө усулун иштеп чыгуу.
8) Чүй дарыясынын жемирилген чөлкөмүнүн мисалында бир өлчөмдүү стационардык эмес чыпкалоо моделдерин колдонуу менен жер алдындагы суулардын деңгээлдерине шарттамдык байкоо жүргүзүүлөрдүн сарамжалдуу схемаларын негиздөө.

Иштин илимий жаңылыгы төмөнкүдө камтылган:

1. Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн өзгөчөлүктөрүнө багыт алган дренаждык тутумдардын кургатуучу иш-аракетин негиздөөгө жана эсептөөлөргө колдонмолуу бир катар жаңы усулдар менен чен-өлчөмдөр иштелип чыккан. Ал өзгөчөлүктөрдүн ичинде – кургатылуучу аймактардын катмарлуу түзүлүшү, жер алдындагы суулардын буулануусунун маанилүү таасири жана анын алар жатуучу тереңдиктен көз карандылыгы, жер алдындагы суулардын агымынын калыптануу чөлкөмүнөн чыгуу чөлкөмүнө өтүүсүндө төртүнчүлүк чөкмөлөрдүн суу өткөргүчтүгүнүн секирик түрүндө азаюусу. Иштелип чыккан усулдар багытталган: горизонталдуу дренажды эсептөөлөрдө катмарлуу суулуу тереңдиктин схематизациясын негиздөөгө; чыпкалоо моделдериндеги жер алдындагы суулардын буулануусунун эсебин алуунун ишеничтүүлүгүн жогорулатууга; Чүй өрөөнүнүн чыгуу чөлкөмүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерине калыптануу чөлкөмүндө жер алдындагы сууларды кошумча алуунун жана сугатты кайра куруунун таасир кылуусун сандык баалоого.

2. Катмарлуу суулуу мейкиндиктеги дренаждык скважина жөнүндө милдетти, скважинадан түрдүү аралыктарда жер алдындагы суулардын буулануу инверсиясынын түрдүү мүнөзүн эске алган жаңы чечим алынган. Буулануу инверсиясынын ар кыл мүнөзүнүн чөлкөмдөрүнүн чек аралары күн мурун белгисиз жана милдетти чечүү жараянында аныкталат. Жаңы чечимди алуу зарылдыгын климаттын ариддик мүнөзү жана каралып жаткан шарттарда дренаждык скважинатен 50-60 м ашуун аралыктарда колдо бар талдоочулук көз карандылыктардын жардамы менен дренаждык майнапты божомолдоонун мүмкүн эместиги мажбурлаган.

3. Биринчи жолу Кыргызстандын шарттары үчүн чыпкалоонун көп катмарлуу моделинде мезгил ичинде дренаждык модулду күтүлүүчү өзгөртүү изилденген. Баштапкы учурда дренаждык модуль, жер алдындагы суулардын деңгээлдерин турукташтыргандан кийинкиге караганда 2-3 эсе чоң. Калктуу пункттарды жер алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоо үчүн дренаждык тутумдарды долбоорлоодо ушул майнапты эске алуу зарыл.

4. Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн мүнөздүү болгон катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо үчүн гидрогеологиялык факторлорду комплекстүү эсепке алуу усулу иштелип чыккан.

Алынган натыйжалардын практикалык маанилүүлүгү:

1. Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерин азайтуунун ар кыл сценарийлерин моделдөө жана катар коюп баалоо жүргүзүлгөн.

2. Кыргызстандын Ош облусунун Кара-Суу районунун «Савай» А/Онун аймагындагы жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин интенсивдүү көтөрүлүү себептери ачылган. Тиешелүү дренаждык иш-чаралардын схемалары иштелип чыккан.

3. Катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо үчүн гидрогеологиялык факторлорду комплекстүү эсепке алуунун иштелип чыккан методикасынын негизинде Чүй өрөөнүнүн беттен кийинки биринчи суулуу мейкиндигинин талылуулук картасы түзүлгөн.

4. Автордун изилдөөлөрүнүн натыйжалары, актуалдуу практикалык милдеттерди чечүүгө арналган илимий эмгектерин ажырагыс бөлүгү болуп саналат, алардын катарына төмөнкүлөр киришет:

1) Ат-Башы аянтында вертикалдуу дренажды колдонуу шарттарын иликтөө үчүн геочыпкалоону моделдөө усулдарын колдонуу (1987-1991);

2) Тоо арасындагы ойдуңдардын жер алдындагы суулар корлорун баалоо үчүн жер алдындагы суулардын буулануусун эсептөөнүн автоматташтырылган тутумун иштеп чыгуу (Чүй ойдуңунун жер алдындагы сууларынын Ала-Арча кен жеринин мисалында) (1991);

3) Төмөнкү-Ала-Арча нуктук суу сактагычына жанаша жаткан аймактагы ЖАСДнин көтөрүлүү божомолун тактоо (1993);

4) Бакай-Ата конуш жайындагы дренаждык иш-чараларды негиздөө (1996);

5) Мессарош конуш жайындагы дренаждык иш-чараларды негиздөө (1997);

6) Гидрогеологиялык жараяндарды моделдөөнүн негизинде Чүй өрөөнүнүн батыш бөлүгүндөгү мелиорациялык-абалы ойдогудай эмес жерлерде ЖАСД төмөндөтүү боюнча биринчи кезектеги чараларды негиздөө (2000);
7) Чүй өрөөнүнүн фермердик чарбаларынын шарттары үчүн горизонталдык дренажды эсептөөлөрдүн компьютердик тутумун иштеп чыгуу (2001);
8) Чыпкалоочу жараяндарды математикалык моделдөөнүн негизинде Чүй өрөөнүнүн жер алдындагы сууларынын булгануудан табигый корголгондугун баалоо (2002-2003);
9) Чүй өрөөнүнүн ЖАСДнин шарттамынын маалыматтарын сактоонун жана талдоонун дайыма жаңылануучу компьютердик тутумун түзүү (2004-2006);
10) Вознесеновка айылынын ЖАСД төмөндөтүү (2006);
11) Полтавка айылынын ЖАСД төмөндөтүү (2007);
12) Буденовка айылынын жана Кеңеш айылынын ЖАСД төмөндөтүү (2007);
13) Баткен өрөөнүнүн эски сугат аймактарынын жер алдындагы сууларынын деңгээлдерине жаңы сугат жерлердин таасирин баалоо (2008);
14) Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүндөгү ЖАСД төмөндөтүү (2008);
15) Ош облусунун Кара-Суу районунун «Савай» А/Онун аймагындагы жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин интенсивдүү көтөрүлүү себептерине сандык талдоо (2009);
16) Суу ресурстарын башкаруу милдеттерин чечүү үчүн Чүй дарыясынын Токмок шаарынын чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулар менен өз ара байланышын иликтөө (2010);
17) Геочыпкалоочу моделдердин негизинде Кыргыз Республикасынын Чүй жана Фергана өрөөндөрүнүн аймактарын жер алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоо схемаларын иштеп чыгуу (2011-2015);
18) Климаттын өзгөрүүсү шарттарында сугат максаттары үчүн Чүй өрөөнүндөгү жер алдындагы суулардан суу алууну өнүктүрүү схемаларын иштеп чыгуу (2016-2017).

Диссертациянын тематикасына кирген илимий изилдөөлөрдү колдонуунун жана киргизүүнүн 6 актысы бар.

Алынган натыйжалардын экономикалык маанилүүлүгү.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн экономикалык маанилүүлүгү төмөнкүдө камтылган:

1. Изденүүчүнүн изилдөөлөрүн ичине алган техникалык Долбоорлорду ишке ашыруу, суу каптаган калктуу пункттарды кургатууга алып келет, бул калктын жашоо сапатын маанилүү жогорулатат. Турак үйлөрдүн жана коммуникациялардын талкалануу коркунучу оолактатылат. Айыл чарба өндүрүмүн сактоо үчүн жертөлө бөлмөлөрдү колдонуу мүмкүндүгү пайда болот, бакчалардын түшүмдүүлүгү жогорулайт. Бир катар кооптуу инфекциялар, баарыдан мурда безгек менен ооруп калуу азаят.

2. Сугат аймактарында жер алдындагы суулардын деңгээлинин кризистик деңгээлден ылдый төмөндөөсү жер алдындагы суулардын буулануусунун токтоосуна алып келет, бул экинчилик туздануу жараяндарын болтурбайт да, сугат жерлердин түшүмдүүлүгүн сактайт.

Диссертациянын коргоого коюлуучу негизги жоболору:

1. Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерин төмөндөтүүнүн сарамжалдуу сценарийлери. Каралып жаткан сценарийлерди илимий негиздөө геочыпкалоочу моделдөөнүн негизинде жүргүзүлгөн.

2. Илимий негизделген дренаждоо схемалары жана ретроспекциялык моделдөө менен айкындалган Кыргызстандын Ош облусунун Кара-Суу районунун «Савай» А/Онун аймагындагы жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин интенсивдүү көтөрүлүү себептери. Ретроспекциялык моделдөөнүн натыйжалары шарттамдык скважиналардын фактылык маалыматтары менен салыштырылган.

3. Ариддик климаттын шарттарында жер алдындагы суулардын буулануусунун бир тектүү эмес инверсиясын эске алуу менен чыпкалоо маселелеринин талдоочулук чечилиштерини куруунун методологиясы.

4. Горизонталдуу дренажды ар кыл усулдар менен моделдөөдө ылдый жаткан суулуу катмардын басымдарынын өзгөрүүлөрүнүн маанилүүлүгүн баалоонун сандык чен-өлчөмү.

5. Чүй дарыясынын жемирилген чөлкөмүндөгү чыпкалоочулук жоготуулардын жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин маанилүү өзгөрүүлөрүнө таасир кылуусун баалоого багышталган Чүй дарыясынын жемирилген чөлкөмүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерине шарттамдык байкоо жүргүзүүлөрдүн илимий негизделген схемасы.

6. Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн типтүү болгон катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо үчүн гидрогеологиялык факторлорду комплекстүү эсепке алуу усулу.

Изденүүчүнүн жекече салымы.

Изденүүчү тарабынан төмөнкү милдеттер өз алдынча чечилген:

- Кыргызстадын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарына колдонмолуу дренаждык скважиналарды эсептөөлөр үчүн жаңы көз карандылыктарды алуу жана башка проблемаларды чечүү.
- Талдоочулук чечимдерге негизделген түзүлгөн математикалык моделдерди ишке ашыруу үчүн сандык алгоритмдерди куруу.
- Бишкек шаары жайгашкан чөлкөмдүн жер алдындагы сууларын чыпкалоонун көп катмарлуу стационардык эмес тор моделин түзүү. Баштапкы маалыматтардын эпсиз-сынсыз массивдерин даярдоо, диссертациялык иштин автору жетектеген КИИИИнун Мелиорациялык гидрогелогия жана суу чарба проблемалары лабораториясынын кызматкерлери тарабынан жүзөгө ашырылган.
- Иликтенип жаткан гидрогеологиялык проблемаларды чечүүгө багытталган ар кыл сценарийлерди моделдөө. Катар коюп баалоо жана көбүрөөк сарамжалдуу варианттарды тандоо.

Иштин апробациясы. Диссертациянын материалдары боюнча баяндамалар жасалган:

- Кыргыз ирригация ИИИнун Окумуштуу Кеңешинин отурумдарында;
- КР УИАнын Суу проблемалары жана гидроэнергетика институтунун Окумуштуу Кеңешинин отурумдарында;

- «Борбор Азиянын гидроэнергетикалык ресурстары: маанилери, проблемалары жана келечектери» Эл аралык илимий-практикалык конференциясында (Душанбе, Тажикстан, 2018);

- «Жер үстүндөгү жана жер алдындагы суулардын ресурстары боюнча маалыматтарды чогултуу, талдоо жана башкаруу техникасы» Эл аралык илимий семинарында (Нью Хампшир, США, 2016);

- «Европалык Биримдик жана Борбор Азия өлкөлөрүнүн ортосундагы суу чарбалык изилдөөлөр боюнча кызматташтыктын келечектери» Эл аралык семинарында (Афины, Греция, 2016);

- «КМШга катышкан мамлекеттердин азык-түлүк коопсуздугун камсыздоонун проблемалары» Эл аралык конференциясында (Бишкек, Кыргызстан, 2011);

- Илимдер академияларынын Эл аралык конференциясында (Бишкек, Кыргызстан, 2011);

- «Климаттын өзгөрүүсү жана анын суу менен камсыздоого таасири» НАТОнун Эл аралык илимий семинарында (Измир, Түркия, 2010);

- «Ариддик жана жарым ариддик чөлкөмдөрдө жер алдындагы сууларды чыпкалоону моделдөө» Эл аралык илимий семинарында (Ланьчжоу, Китай, 2007);

- «Жер алдындагы суулар жана экотутумдар» НАТОнун Эл аралык илимий семинарында (Чанак-Кале, Түркия, 2005);

- VI Бүткүл россиялык гидрологиялык съездде, Суу теңдеми, жер үстүндөгү жана жер алдындагы суулардын ресурстары секциясы (Санкт-Петербург, Россия, 2004);

- Гидрогеологдордун Эл аралык ассоциациясынын 32-Конгрессинде (Mar del Plata, Argentina, 2002);

- «Шаар аймактарынын жана индустриялык борборлордун гидрогеологиялык проблемалары» НАТОнун Эл аралык илимий семинарында (Баку, Азербайжан, 2001);

- «Кыргызстанда жерлердин чөлгө айлануусу менен күрөш боюнча» Улуттук семинарда (Бишкек, Кыргызстан, 1997);

- «Бийик тоолуу изилдөөлөр: XXI кылымдагы өзгөрүүлөр жана келечектер» Эл аралык конференциясында (Бишкек, Кыргызстан,1996);

- «Сугат тутумдарын автоматташтырууну өркүндөтүү» Бүткүл союздук илимий-техникалык конференцияда (Херсон, Украина, 1987);

- «Гидрогеологиялык жаряндарды математикалык моделдөө» Бүткүл союздук илимий семинарында (Душанбе, Тажикстан, 1987);

- Жаш окумуштуулардын республикалык илимий конференциясында (Фрунзе, Кыргызстан, 1986);

- ОАИИИИнун мелиорация жана суу чарба проблемалары Окумуштуу Кеңешинде (Ташкент, Өзбекстан, 1985-ж. 29-мартындагы № 10 протокол);

- «Суу ресурстарын үнөмдөө жана коргоо максатында сугат тутумдарындагы суу бөлүштүрүүнү автоматташтыруу» Бүткүл союздук илимий-техникалык кеңешмесинде (Фрунзе, Кыргызстан, 1984);

- «Гидрогеологиялык жараяндарды математикалык моделдөө» Бүткүл союздук илимий семинарында (Новосибирск, Россия, 1984).

Диссертациянын натыйжаларынын публикацияларда чагылтылуу толуктугу.

Диссертациялык иштин негизги илимий натыйжалары Кыргыз Республикасынын ЖАК тарабынан бекитилген рецензиялануучу илимий басылмалардын тизмесине кирүүчү басылмаларда, ошондой эле Springer жана Elsevier басмалары басып чыгаруучу кеңири белгилүү эл аралык илимий басылмаларда жарыяланган.

Диссертациянын темасы боюнча автор тарабынан 29 эмгек жарыяланган, 21и – рецензиялануучу илимий басылмаларда, алардын ичинен 9у – чет элдик рецензияланаучу басылмаларда (6сы – алыскы чет өлкөлөрдүн **«Elsevier» жана «Springer»** алдыңкы эл аралык басмаларында**)**.

Диссертациянын көлөмү. Диссертация киришүүдөн, алты баптан, тыянактардан жана практикалык сунуштардан турат. Көлөмү – 209 барак, 66 жадыбалды, 47 сүрөттү, 4 тиркемени жана 146 аталыштан турган пайдаланылган булактардын тизмесин кошо.

Автор илимий кеңешчиге, Кыргыз Республикасынын УИАнын жана Тажикстан Республикасынын ИАнын академиги Д. М. Маматкановго баалуу кеңештери жана диссертациялык ишке көңүл буруусу үчүн терең ыраазычылыгын билдирет. Автор т.и.к. Е. И. Немальцевага, Кыргыз ирригация ИИИнун Мелиорациялык гидрогеология лабораториясынын кызматкерлерине жана КР УИАнын Суу проблемалары жана гидроэнергетика институтунун кызматкерлерине берилген диссертациялык ишти даярдоодо көрсөткөн жардамдары үчүн ыраазычылык билдирет.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Биринчи бапта диссертациялык иштин алкагында изилдөөлөрдү аткарууда колдонулган адабияттар булактарына кыскача талдоо жүргүзүлгөн. Баштапкы маалыматтардын негизги булактары катары ККГГЭнын, «Кыргызгипроводхоз» долбоорлоо институтунун, БСМТКАИИИнун (Кыргыз ирригация ИИИнун, КИИИИнун), КР УИАнын Суу проблемалары жана гидроэнергетика ММУнин жана МГЧИнун эмгектеринин, ошондой эле П. Г. Григоренконун, Б. И. Иманкуловдун изилдөөлөрүнүн натыйжалары кызмат өтөштү.

Диссертациялык иштин автору көптөгөн жылдар бою гидрогеологиялык проблемалардын илимий бөлүгүн чечүүгө катышты, алардын ичинде:

- Калктуу пункттарды жана сугат аймактарын жер алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоо үчүн дренаждык тутумдарды долбоорлоо жана негиздөө менен байланышкан проблемалар.
- Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарында жер алдындагы суулардын деңгээлдерине шарттамдык байкоо жүргүзүүлөрдүн схемаларын иштеп чыгуу жана негиздөө.
- Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарына колдонмолуу суулуу мейкиндиктердин табигый корголгондугун (талылуугун) баалоо.

Диссертациялык иште чечилүүчү милдеттер чөйрөсү, автордун жогоруда саналган илимий изилдөөлөрдүн жетекчиси жана темалар менен Долбоорлордун жооптуу аткаруучусу катары катышуусу менен шартталган.

Бапта төмөнкү маселелер боюнча орус жана англис тилдериндеги публикацияларга кыскача сереп жана талдоо келтирилген: 1) ариддик климаттын шарттарында скважиналардан дренаждык майнапты эсептөөлөр үчүн колдо бар чечимдерди колдонуу мүмкүнчүлүктөрү; 2) Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарында горизонталдуу дренаж тутумдарын эсептөөлөрдүн жана негиздөөнүн мүмкүнчүлүктөрү; 3) гидрогеологиялык чөлкөмдөрдүн чек араларында суу өткөргүчтүктүн жана жер үстүнөн жер алдындагы суулардын маанилүү буулануусунун (алар жаткан тереңдиктен маанилүү көз каранды болгон) кескин өзгөрүүсүн эске алуу менен профилдик чыпкалоочулук милдеттердин колдо бар талдоочулук чечимдери мүмкүнчүлүктөрү; 4) жер алдындагы сууларга байкоо жүргүзүүнү жана алардын табигый талылуулугун баалоону негиздөө үчүн математикалык моделдерди колдонуу мүмкүнчүлүктөрү. Диссертациялык иште аткарылган усулдук иштелмелер, жогоруда саналган маселелер боюнча публикацияларды издөөнү жана талдоону аткарууну талап этишти. Алар диссертациялык иштин автору түрдүү жылдарда иштөөгө туура келген конкреттүү гидрогеологиялык проблемалардын чечилиштеринин келип чыгышты.

Диссертациянын негизги бөлүгү калктуу пункттарды жана сугат аймактарын жер алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоонун ар кыл проблемаларына арналган. Бул проблемалар Чүй өрөөнү үчүн өзгөчө актуалдуу. Мындан тышкары, диссертациялык иш Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарына колдонмолуу суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо жана жер алдындагы суулардын деңгээлдерине байкоо жүргүзүү схемаларын негиздөө милдеттерине арналган баптарды камтыйт.

Скважиналарды эсептөөлөр менен байланышкан бир катар азыркы эмгектер, эсептөөлөрдү жарым автоматтык шарттамда аткарышкан программалык топтомдорду түзүүгө арналган: Л. Н. Синдаловский (2006, 2011), G. S. Johnson (2001), W. C. Walton (2007). Алар классикалык чечимдерди да, сандык усулдарды да колдонушат: С. Я. Концебовский (1986), П. Н. Костюкович (1979), А. Я. Олейник (1978), Г. Б. Пыхачев (1973), В. М. Шестаков (1965), N. S. Boulton (1963), R. L. Cooley (1973), A. F. Moench (1997) ж.б.

Ар кыл максаттарда көп колдонулган Тейстин, Джейкобдун жана Хантуштун (M. S. Hantush (1955), C. E. Jacob (1946), Ch. V. Theis (1935)) эмгектерин өзгөчө белгилөө керек. Тейстин чечилиши изоляцияланган катмардагы стационардык эмес чыпкалоого колдонмолуу алынган. Джейкоб менен Хантуштун эмгектеринде коңшулаш суулуу мейкиндиктен агып өтүүнү эсепке алуу менен скважина үчүн чечилиш алынган. Так талдоочулук чечимдердин алкагында жоюу кыйын болгон бул чечилиштин маанилүү кемчилиги – эксплуатацияланып жаткан суулуу мейкиндикке коңшулаш мейкиндиктердеги көзгө илинбеген аз төмөндөөлөр жөнүндө боолголоо. Кээ бир жеке учурларда бул кемчилик А. Я. Олейниктин (1978) жана В. М. Шестаковдун (1965) эмгектеринде жоюлган.

Сордуруулардын маалыматтары боюнча жер алдындагы суулардын корлорун, скважиналардын өндүрүмдүүлүгүн баалоо жана суулуу мейкиндиктердин параметрлерин аныктоо көз карашынан, алынган чечимдер толук алгылыктуу. Бирок, жер алдындагы суулардын бууланууcунун алардын деңгээлинин тереңдигинен маанилүү көз карандылыгы байкалганда, ариддик климаттын шарттарында скважиналардын иш-аракетинен дренаждык майнапты аныктоо үчүн, колдо бар чечимдер жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин божомолдук төмөндөөлөрүнүн бурмаланган сүрөтүн беришет. Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерин төмөндөтүү схемаларын иштеп чыгууда авторго вертикалдык дренаждын скважиналары үчүн жаңы чечимди иштеп чыгууга туура келди, Р. Г. Литвак (2008, 2017). Бул чечимде жер алдындагы суулардын бети кризистик деңгээлден төмөн болгон скважина жанындагы чөлкөмдөгү константа түрүндөгү бууланууну инверсиясы, жана жер алдындагы суулардын бети кризистик деңгээлден жогору болгон чөлкөмдөгү жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин тереңдигинен бууланууну инверсиясынын сызыктык көз карандылыгы алдын ала каралат. Эки чөлкөмдүн ортосундагы чек аранын жайгашкан орду күн мурун белгисиз.

Көпчүлүк учурларда горизонталдык дренаждын чыпкалоочулук эсептөөлөрү – вертикалдык дренаждын эсептөөлөрүнө караганда кыйла жөнөкөй милдет. Бул алар үчүн, эреже катары, стационардык чыпкалоо үчүн көз карандылыктарды колдонууга болгону менен байланышкан. Аныкталбаган чыпкалоо мезгилинин узактыгы – жетишерлик аз (дренаждык тутум иштей баштаган учурдан баштап болжол менен 6 ай).

Горизонталдык дренаж үчүн эсептик көз карандылыктар С. Ф. Аверьяновдун (1978), ВНИИ ВОДГЕОнун (1991), В. А. Духовныйдын (1979), А. Я Олейниктин (1981), В. М. Шестаковдун (1965) эмгектеринде алынган. Дренаждык тутумдарды негиздөө менен байланышкан маанилүү оорчулуктар – татаал гидрогеологиялык шарттарды схематизациялоо, мисалы, дрендердин катмарлуу түзүлүшүн жана басымдык азыктанууcун схематизациялоо. Сунушталган диссертациялык иште горизонталдуу дренаждын тутумдарын кийинки моделдөө үчүн эскерилген факторлорду схематизациялоону сандык негиздөөгө жол берүүчү математикалык баалоолор биринчи жолу алынган.

Азыркы мезгилде ири дренаждык тутумдарды негиздөөдө жана алардын таасирлерин божомолдоодо геочыпкалоочу моделдөөнүн ар кыл түрлөрү колдонулат, L. Negm (2014), M. Rahman (2014), M. Turunen (2013). Аны колдонуунун ар бир өзүнчө учуру эмгекти талап кылган илимий изилдөөнүн натыйжасы. Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүн кургатуу («Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүндөгү жер алдындагы суулардын деңгээлдерин төмөндөтүү» Долбоорунда алдын ала каралган) берилген объектинин геочыпкалоочу моделин түзүүнү жана кургатуунун ар кыл сценарийлерин тууроону талап кылды, бул автор тарабынан ишке ашырылды жана эскерилген техникалык Долбоордун ТЭНнин курамдык бөлүгү болуп саналды. Натыйжалары ушул диссертациялык ишке жарым-жартылай кирришти.

Казакстан Республикасында чоң практикалык мааниге ээ болушкан гидрогеологиялык моделдерди куруу менен байланышкан бир катар эмгектер аткарылды, В. Ю.Паничкин (2004), О. В. Подольный (2016), С. М. Шапиро (1988).

Кыргызстанда математикалык моделдөөнүн жардамы менен жер алдындагы сууларды башкарууну оптимизациялоо боюнча эмгектер аткарылууда, М. У. Мурзакматов. Анын макалаларында негизги көңүл математикалык маселелерге бурулат. Советтик мезгилде Кыргызстандын УИАнын Автоматика институнун кызматкерлери М. Ж. Жаманбаев (1981, 1996) жана Ч. Д. Жаныбеков (1982, 1983, 1989, 2002) тарабынан аткарылган бир катар эмгектер кызыгуу туудурат. Өткөн кылымдын 80-жылдарынан тарта, диссертациянын автору математикалык моделдердин негизиндеги суу чарбалык иш-чараларды илимий негиздөө менен байланышкан эмгектерин жарыялаган, Р.Г. Литвак (1983-2018).

Талдоочулук чечимдердин басымдуу көпчүлүгү суулуу катмарлардын мерчемдүү бир тектүүлүгүн боолголошот. Бирок бир катар изилдөөчүлөр эскерилген өбөлгөдөн баш тартуу мүмкүндүгүн табышат, мисалы, M. S. Hantush (1962). Бул эмгекте катмардын кубаттуулугунун мейкиндиктик координаталардын биринен экспоненциялык көз карандылыгында чечим алынган. Бир катар эмгектерде мерчемдүү бир тектүү эместикти ортолоштуруу үчүн көз карандылыктар сунушталат, мисалы, А. И. Арцев (1978), ВНИИ ВОДГЕО (1991). Тоо арасындагы өрөөндөр үчүн жер алдындагы суулардын калыптануу жана чыгуу чөлкөмдөрүнүн чек арасында суу өткөргүчтүктүн кескин азаюусу мүнөздүү экенин эске алуу керек. Адабияттар булактарында сунушталган Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарында суу өткөргүчтүктү «ортолоштуруунун» усулдары эсептөөлөрдүн натыйжаларына маанилүү каталыктарды кийиришет, аларды колдонуу мүмкүнчүлүктөрү өтө чектелген. Калыптануу жана чыгуу чөлкөмдөрүн ичине алган аймактарда суу чарбалык иш-чараларды иштеп чыгууда жана негиздөөдө, толук масштабдуу геочыпкалоочу моделдерди куруу зарыл, бул Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүн кургатуунун сценарийлерин карап чыгууда автор тарабынан жасалган.

Француз окумуштууларынын эмгеги көңүлдү өзүнө бурат, G. Vasseur (2015). Бул макалада каралган милдет калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардын азыктануусун өзгөртүүнүн же алардан суу алуунун чыгуу чөлкөмүнүн жана калыптануу чөлкөмүнүн өзүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерине таасиринин математикалык модели катары түшүндүрүлгөн боло алат. Каралып жаткан эмгекте алынган коюлган милдеттин чечилиши жетишерлик эпсиз түргө ээ болот да, аны ишке ашыруу менен байланышкан бир катар татаалдыктарды камтыйт. Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн анын колдонмолуулук чөйрөсүн чектөөчү негизги кемчилик, – чыгуу жана транзит чөлкөмдөрүндөгү жер алдындагы суулардын буулануусунун жана чыгуусунун жоктугу жөнүндө божомол. Диссертациялык иштин авторунун карап жаткан математикалык моделди эскерилген эң маанилүү факторлорду киргизүү менен модернизациялоо аракеттери оң натыйжаларды берген жок.

Диссертациялык иштин алкагында жогоруда сыпатталган проблеманы жоюу үчүн, бууланууну, чыгууну жана суу өткөргүчтүктүн «секиригин» эсепке алган, бирок стационардык чыпкалоонун шарттарында, чечим алынды. Мында чек аралары күн мурун белгисиз болгон чөлкөмдөрдөгү жер алдындагы суулардын буулануусунун ар кыл схемалары эсепке алынды.

Өткөн кылымдын жетимишинчи жана сексенинчи жылдарында Кыргызстанда жер алдындагы сууларга байкоо жүргүзүү тутумдарын негиздөөгө жана түзүүгө чоң маани берилчү, В. М. Шестаков, (1980). Бирок Советтер Союзу чачырагандан кийин оор экономикалык абалдын натыйжасында гидрогеологиялык байкоо жүргүзүүлөрдүн деталдуулугу жана сапаты тутумдуу төмөндөп отурган. Жаңы шарттарда жер алдындагы суулардын эң негизги көрсөткүчтөрүнө көз салууну камсыздоочу байкоо жүргүзүүлөрдүн илимий негизделген схемаларын иштеп чыгуу зарыл.

Көптөгөн эмгектерде байкоо жүргүзүү схемаларын негиздөөгө заманбап мамиле математикалык моделдерди колдонууга негизделери баса көрсөтүлөт: В. М. Шестаков (2007), Bashi-Azghadi SN (2009), J. K. Thakur (2017). В. М. Шестаковдун (2007) эмгегинде ар кандай байкоо жүргүзүүнүн конкреттүү максатын аныктоолордун маанилүүлүгү жана көп максаттуу «жалпы» байкоо жүргүзүүлөрдүн пайдасыздыгы баса белгиленет. Чүй өрөөнүнүн объектилеринин биринин байкоо жүргүзүү схемаларын иштеп чыгууда диссертациялык иштин автору эскерилген авторлордун сунуштарын, ошондой эле Кыргызстандын изилдөөчүлөрүнүн, мисалы, Б. И. Иманкуловдун (1984) эмгектерин эске алган.

Жер алдындагы суулардын талылуугун баалоо жана карталаштыруу проблемасына КМШ жана алыскы чет өлкөлөрдүн изилдөөчүлөрүнүн көп сандагы эмгектери арналган, мисалы, В. П. Варданян (2008), В. М. Гольдберг (1987), Н. Ф. Фетисова (2014), В. М. Шестопалов (2009), M. Abdulla (2014), R. C. Gogu (2000, 2003), B. L. Morris (2002), J. Vrba (1994). Көпчүлүк эмгектерде рейтингдик усулдар колдонулган, аларда бөлүнүп көрсөтүлгөн белгилердин таасир кылуу даражасы эксперттик баалоолордун жардамы менен аныкталат. Анан, ээ болунган упайлар кошулат да, талылуулук даражасы упайлардын жыйындысы менен аныкталат. Мындай мамиленин оң кыры – жөнөкөйлүк жана жеткиликтүүлүк. Бирок бул усул жогору даражада субъективдүү. Автор тарабынан сунушталган катмарлуу суулуу мейкиндиктердин талылуулугун (корголгондугун) баалоодо геологиялык жана гидрогеологиялык маалыматты эсепке алуу усулу баалоонун объективдүүлүгүн жана натыйжалардын ишеничтүүлүгүн маанилүү жогорулатат, Р. Г. Литвак (2003, 2005, 2006, 2018).

Экинчи бапка автор тарабынан иштелип чыккан, Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн шарттарына колдонмолуу дренаждык тутумдарды эсептөөлөр жана негиздөө менен байланышкан усулдар менен көз карандылыктар орундаштырылган. Бул бапта келтирилген усулдук милдеттерди чечүүгө болгон керектөө, Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүндөгү көптөгөн объектилер үчүн конкреттүү милдеттердин сарамжалдуу чечилиштерин издөө менен байланышкан практикалык зарылдык менен шартталган.

Бапка төмөнкү натыйжалар камтылган:

1) Ариддик климаттын шарттарында жер алдындагы суулардын бууланууусунун бир тектүү эмес инверсиясын эске алуу менен дренаждык скважиналардын иш-аракетинен жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөөлөрүн эсептөөлөр усулу.

2) Чүй өрөөнүнүн калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардан кошумча суу алуунун жана сугатты кайра куруунун чыгуу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардын деңгээлдерине таасир кылуусун баалоо үчүн талдоочулук көз карандылыктар. Мында өрөөндүн төмөнкү мүнөздүү өзгөчөлүктөрү эске алынган: а) калыптануу жана чыгуу чөлкөмдөрүнүн чек арасында суу өткөргүчтүктүн кескин азаюусу; б) түрдүү чыпкалоочу чөлкөмдөрдөгү жер алдындагы суулардын бууланууусунун ар кыл мыйзам ченемдүүлүктөрү.

3) Горизонталдуу дренажды эсептөөлөрдө төмөндө жаткан суулуу катмардын басымдарынын өзгөрүүлөрүнүн маанилүүлүгүн баалоо усулу (сандык ченөлчөм). Чен-өлчөмдү кийинки геочыпкалоочу моделдөө үчүн суулуу тереңдикти талдоочулук эсептөөлөрдө жана схематизациялоодо колдонуу сунушталат.

4) Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн ариддик климатынын шарттарында горизонталдуу дренаж тутумдарын талдоочулук эсептөөлөрдө жер алдындагы суулардын буулануу инверсиясын майнапуу эсепке алуу усулу.

Авторефераттын чектелген көлөмү бардык жогоруда эскерилген натыйжаларды деталдуу карап чыгууга жол бербейт. Мындан ары пункттар боюнча кыскача натыйжалар келтирилген.

Жер алдындагы суулардын буулануу инверсиясы – эң маанилүү фактор, аны ариддик климаттын шарттарында дренаждык скважиналарды эсептөөлөрдө эске алуу зарыл. Жер алдындагы суулардын деңгээлдерин (ЖАСД) кризистик деңгээлден ылдый төмөндөтүүдө анын бууланууусунун азаюусунун эсебинен кошумча суунун көлөмү 1 гектарга жылына 5-8 миң $м^3$ду жана керек болсо андан көптү түзө алат. Вертикалдуу дренажды эсептөөлөрдө ушул факторду көңүлгө албоо ЖАСД божомолдуу тереңдиктеринде маанилүү каталыктарга алып келет (Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн шарттарында каталыктын чоңдугу 1-2 м түзөт). Чүй өрөөнү үчүн ЖАСД кризистик тереңдиги 2,5-3,5 м чектеринде орун алат. Көпчүлүк эмгектерде, мисалы ВСН 33-2.2.03-86 (1987), буулануу инверсиясы константа менен берилет, б.а. ЖАСД тереңдигинен көз каранды болбойт. Бул дренаждык скважиналардын ЖАСДне төмөндөтүлгөн таасирине алып келет. Бул бапта тиешелүү салыштырма баалоо жүргүзүлгөн.

Ариддик климат үчүн алгылыктуу ЖАСД тереңдигинин күн мурун белгисиз төмөндөөлөрүнүн чоңдугуна жараша буулануу инверсиясынын берилишигы төмөндө келтирилген.

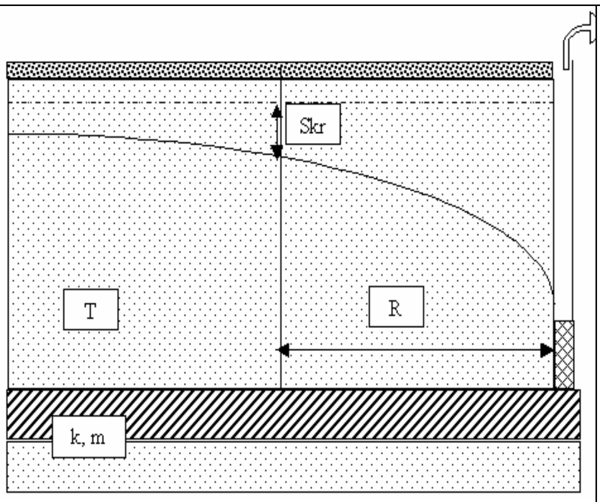
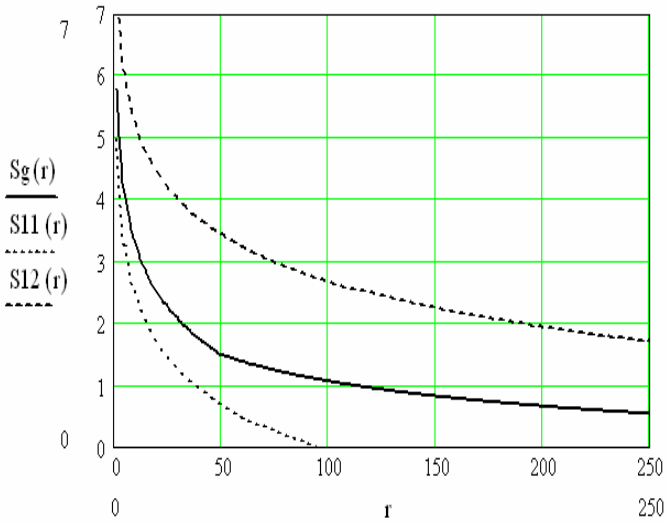
$$W = \frac{Uo}{Skr} \cdot S \quad \text{при} \quad 0 \leq S \leq Skr \qquad W = Uo \quad \text{при} \quad S > Skr \quad ,(2.1),(2.2)$$

мында W – жер алдындагы суулардын буулануу инверсиясы, м/күн; Uo – ЖАСД баштапкы абалында жер алдындагы суулардын бууланууусу, м/күн; S =

S(r) ЖАСД изделүүчү төмөндөөлөрү, м; r – дренаждык скважинага чейинки аралык, м; Skr – баштапкы ЖАСД кризистик деңгээлге чейин төмөндөөсүнүн чоңдугу, м.

Эгер ЖАСД кризистик деңгээлден ылдый төмөндөшпөсө, анда бүткүл чыпкалоо чөлкөмүндө (2.1) көз карандылык иштейт да, тиешелүү чыпкалоо теңдемелерин чыгарууда принциптүү татаалдыктар жок. Эгер бардык жерде ЖАСД кризистик деңгээлден ылдый орун алса, проблемалар пайда болбойт. Бул учурда бүткүл чыпкалоо чөлкөмүндө (2.2) көз карандылык иштейт. Бирок скважиналарга жанаша жаткан чөлкөмдөрдө ЖАСД кризистик деңгээлден төмөн орун алган, ал эми алардын сыртта ЖАСД – кризистик деңгээлден жогору орун алган учур көбүрөөк типтүү болуп саналат. Чөлкөмдөрдүн ортосундагы чек аранын абалы күн мурун белгисиз, 1, 2-сүрөттөр.

Милдетти катаал математикалык коюу жана автор тарабынан алынган чечилиш эби-сыны жок эсептөөлөрдөн улам авторефератта келтирилбейт. Төмөндө түпкү көз карандылыктар келтирилген:

	
1-сүрөт. Ариддик климаттын шарттарында жер алдындагы суулардын бууланууусунун бир тектүү эмес инверсиясын эске алуу менен дренаждык скважиналардан жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөөлөрүн эсептөөлөргө карата схема	2-сүрөт. Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн шарттарындагы дренаждык скважинанын таасири алдындагы эсептик төмөндөө (Sg – сунушталган чечилиш, S11 – буулануунун инверсиясы ЖАСД тереңдигинен көз каранды эмес, S12 – буулануунун инверсиясы эске алынбайт)

$$S1(r) = C1(R)\cdot I0\left(\frac{r}{B}\right) + C2(R)\cdot K0\left(\frac{r}{B}\right) - \frac{B^2\cdot W}{T}, \qquad (2.2)$$

$$S2(r) = C3(R)\cdot I0\left(\frac{r}{P}\right) + C4(R)\cdot K0\left(\frac{r}{P}\right), \qquad (2.3)$$

мында I0(x), K0(x) – ылайыгына жараша биринчи жана экинчи түрдөгү нолдук иреттеги жалган аргументтен цилиндрлик функциялар;

$$C3 = 0 \qquad\qquad C2 = \frac{Q}{2\cdot\pi\cdot T} \qquad\qquad (2.3), (2.4)$$

$$C1(R) = \frac{C2\cdot\left[\left(\frac{1}{P}\cdot\frac{K0\left(\frac{R}{B}\right)}{K0\left(\frac{R}{P}\right)}\cdot K1\left(\frac{R}{P}\right)\right)-\frac{1}{B}\cdot K1\left(\frac{R}{B}\right)\right]}{\frac{1}{P}\cdot\frac{I0\left(\frac{R}{B}\right)\cdot K1\left(\frac{R}{P}\right)}{K0\left(\frac{R}{P}\right)}+\frac{1}{B}\cdot I1\left(\frac{R}{B}\right)}, \qquad (2.5)$$

$$C4(R) = C1(R)\cdot\frac{I0\left(\frac{R}{B}\right)}{K0\left(\frac{R}{P}\right)} + C2\cdot\frac{K0\left(\frac{R}{B}\right)}{K0\left(\frac{R}{P}\right)} - \frac{B^2\cdot\frac{W}{2}}{T\cdot K0\left(\frac{R}{P}\right)}, \qquad (2.6)$$

$$S1(R) - Skr = 0\,, \qquad (2.7)$$

мында $S1(r)$ –$0 < r \le R$ чөлкөмүндөгү ЖАСД төмөндөөлөрү, м; $S2(r)$ –$r \ge R$ чөлкөмүндөгү ЖАСД төмөндөөлөрү, м; R – скважинадан кризистик деңгээлден жогору ЖАСД бар чөлкөмдүн чек арасына чейинки аралык, м; r – скважинага чейинки аралык, м; T – суулуу катмардын суу өткөргүчтүгү, м2/күн; W – жер алдындагы суулардын бууланну инверсиясы, м/күн.

$$B = \sqrt{\frac{T\cdot m}{k}} \qquad P = \sqrt{\frac{T\cdot m}{k + a\cdot m}} \qquad a = \frac{Uo}{Skr},$$

мында m, k – төшөлүүчү начар өткөрүүчү катмардын чыпкалоо кубаттуулугу жана коэффициенти м, м/күн.

R чоңдугу теңдемеден (2.7) берилиштерди (2.2) – (2.6) колдонуу менен табылат. Эскерилген теңдеме (2.7) салттуу усулдар менен чечилбейт, аны Mathcad компьютердик тутумун колдонуу менен каалаган тактыкта графикалык чечүү жеңил.

Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн шарттарындагы дебити 40 л/с болгон дренаждык скважина үчүн R = 50 м. Rдин табылган мааниси боюнча C1(R) жана C4(R) эркин турактуулары аныкталышат, анан S1(r) жана S2(r) аныкта-

лышат. Бул иште каралып жаткан аймак үчүн жалгыз скважинанын иш-аракетинен ЖАСД төмөндөөлөрүнүн табылган функциясы 2-сүрөттө берилген. Ошол эле сүрөттө буулануу инверсиясын эсепке алуусуз эсептелген төмөндөөлөрдүн ийри сызыгы, жана буулануу инверсиясын константа түрүндө берүүдөгү төмөндөөлөрдүн ийри сызыгы келтирилген. ЖАСД божомолдук тереңдиктериндеги айырма 1 м ашат, бул Орто Азиянын климаттык шарттарында вертикалдуу дренажды эсептөөлөр үчүн салттуу формулаларды колдонуунун мүмкүн эместигин көрсөтөт. Берилген пунктта сунушталган усул аriddик климаттын шарттарында ар кыл аймактар үчүн вертикалдуу дренажды эсептөөлөрдүн тактыгы менен ишеничтүүлүгүн маанилүү жогорулатууга жол берет.

Үчүнчү бапта Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн жер алдындагы сууларынын деңгээлдерин төмөндөтүүнүн сарамжалдуу сценарийлери иштелип чыккан. Каралып жаткан сценарийлерди илимий негиздөө автор тарабынан түзүлгөн геочыпкалоо моделинин негизинде жүргүзүлгөн.

Каралып жаткан аймак Бишкек-Тараз трассасынан түндүктөн орун алган, болжол менен шаардын аянтынын 40 %ын түзөт да, жер алдындагы суулардын интенсивдүү чыгуу чөлкөмүндө турат. Бул чөлкөмдүн эң маанилүү проблемасы – жер алдындагы суулардын каптап кетүүсү. Автор тарабынан түзүлгөн чыпкалоонун көп катмарлуу стационардык эмес моделинин жардамы менен жер алдындагы суулардын деңгээлдерин төмөндөтүүнүн ар кыл сценарийлери каралып чыккан. Эскерилген модель Modflow программаларынын комплексин колдонуу менен түзүлгөн.

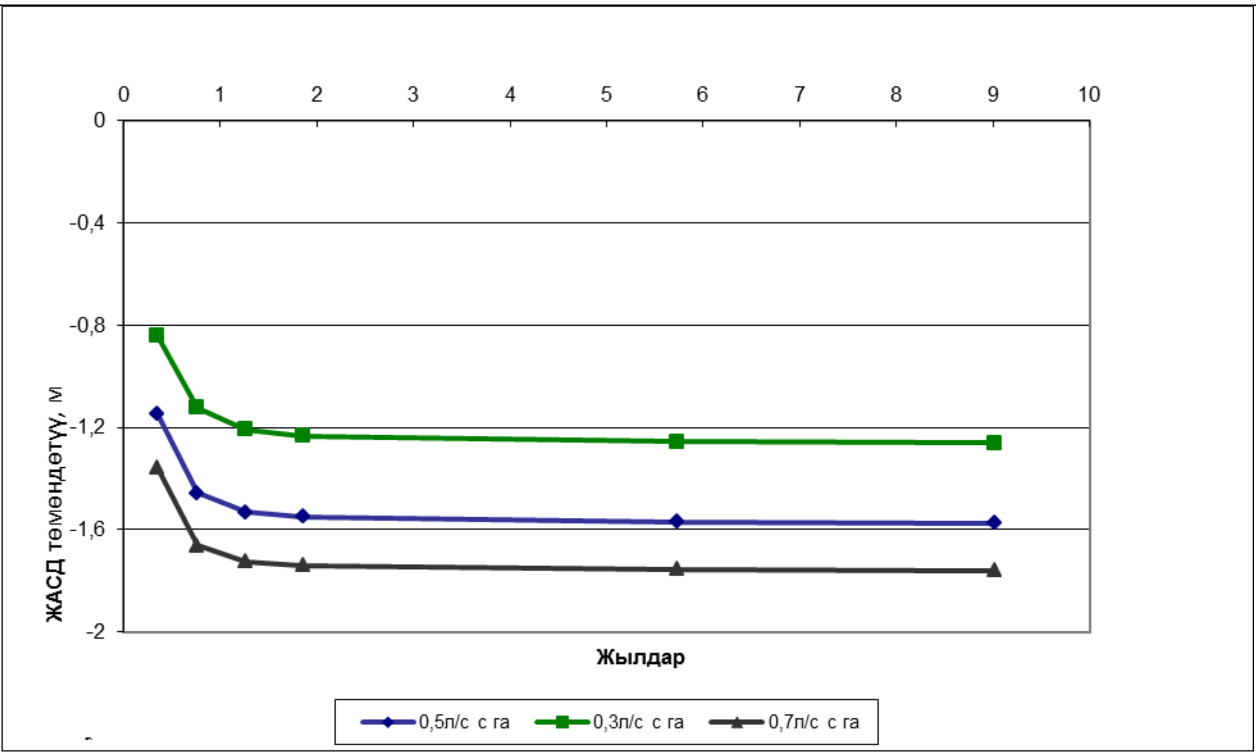
Каралып жаткан аймакта тажрыйбалык-чыпкалоочу жана суу-теңдемдик изилдөөлөр акыркы 70 жыл ичи, көптөгөн авторлор тарабынан жүргүзүлгөн: СССРдин, Кыргыз ССРинин Гидрогеологиясы (1971), П. Г. Григоренко (1979), М. И. Каплинский (1977, 1982), Б. И. Иманкулов (1984), О. С. Кривченко (1986), Р. Г. Литвак (1982, 1991), Ф. Левченко (1967), Т. Д. Льянов (1995), К. В. Цыценко (1990), В. М. Шестаков (1983, 1985). Аларды жергиликтүү гидрогеологиялык жана суу чарбалык уюмдар Москванын жана Санкт-Петербургдун окумуштууларынын катышуусу менен жүргүзүшкөн. Бир катар тажрыйбалык-чыпкалоочу изилдөөлөргө диссертациялык иштин автору катышкан. Жеке алсак, ал көп катмарлуу суулуу мейкиндиктердин чыпкалоочу параметрлерин аныктоо максатында бир нече тажрыйбалык бөлүктөрдө бирикмеге тийиштүү тажрыйбалык сордурууларды иштетүүнү жүзөгө ашырган, Р. Г. Литвак (1991).

Чалгындоочу моделдөөнүн жана техникалык талдоонун натыйжасында Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүндө жер алдындагы суулардын деңгээлдерин (ЖАСД) төмөндөтүүнүн 4 сценарийи тандалып алынган.

1-сценарий. ЖАСД төмөндөтүү 3,5 м стандарттуу тереңдиги бар горизонталдуу дренаж менен жүргүзүлөт. Аларда баштапкы дренаждык модуль гектарына 0,3 л/с, гектарына 0,5 л/с жана гектарына 0,7 л/с болгон 3 учур каралган.

Эскерилген 3 учурду моделдөөнүн натыйжасында көп сандаган божомолдук мүнөздөмөлөр алынган, алар ар кыл максаттар үчүн колдонула алышат. 3-сүрөттө мерчемделген дренаждык тутумдун эксплуатациясы башталган учурдан тартып ЖАСДнин төмөндөөсү келтирилген. Графиктер деңгээлдердин

төмөндөөлөрү эксплуатациянын 1-жылынын аягында турукташаарын көрсөтүшөт. ЖАСД төмөндөөлөрү 1,3 м (0,3 дренаждык модулу) 1,8 м (0,7 дренаждык модулу) чейин өзгөрүлүшөт. Дренаждык тутумдардын каралган кубаттуулуктарында ЖАСД кыска мөөнөттө 2 м ылдый түшүшөт, бул Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүндөгү кырдаалды маанилүү жакшыртат. 2 жыл эксплуатациядан кийин талап кылынган дренаждык модуль 2-3 эсе азаярын белгилөө зарыл. Бул сценарийдин оң фактору – коюлган максатка тез жетүү жана салыштырмалуу аз эксплуатациялык сарптоолор. Негизги терс фактор – чоң капиталдык сарптоолор жана курулуштар түшкөн аймакта жер казуу иштерин жүргүзүүнүн татаалдыгы.



3-сүрөт. Ар кыл баштапкы дренаждык модулдарда горизонталдуу дренаж менен жер алдындагы суулардын деңгээлдерин орточо төмөндөтүү (1-сценарий, 1-3-варианттар)

<u>2-сценарий.</u> ЖАСД төмөндөтүүгө изилденип жаткан аймактан жогору орун алган калыптануу чөлкөмүндө сугат суусун жоготууларды азайтуу менен жетишилет. 2 вариант каралган: ирригациялык жоготуулар жылына 200 жана 400 мм кыскарышат. Азыркы мезгилде жыйынды жоготуулар болжол менен жылына 600-900 мм түзүшөт.

Бул сценарий өзүнө климаттын өзгөрүүсүнүн мүмкүн болуучу кесепеттерин камтыйт (Кыргызстан үчүн анын эң коопту кесепети – дарыя агындарынын кыскаруусу болгондуктан, бул сугат тутумдарынын ПАКнин көбөйүүсүнө жана жер алдындагы сууларды сугатка колдонууга мажбур алып келет).

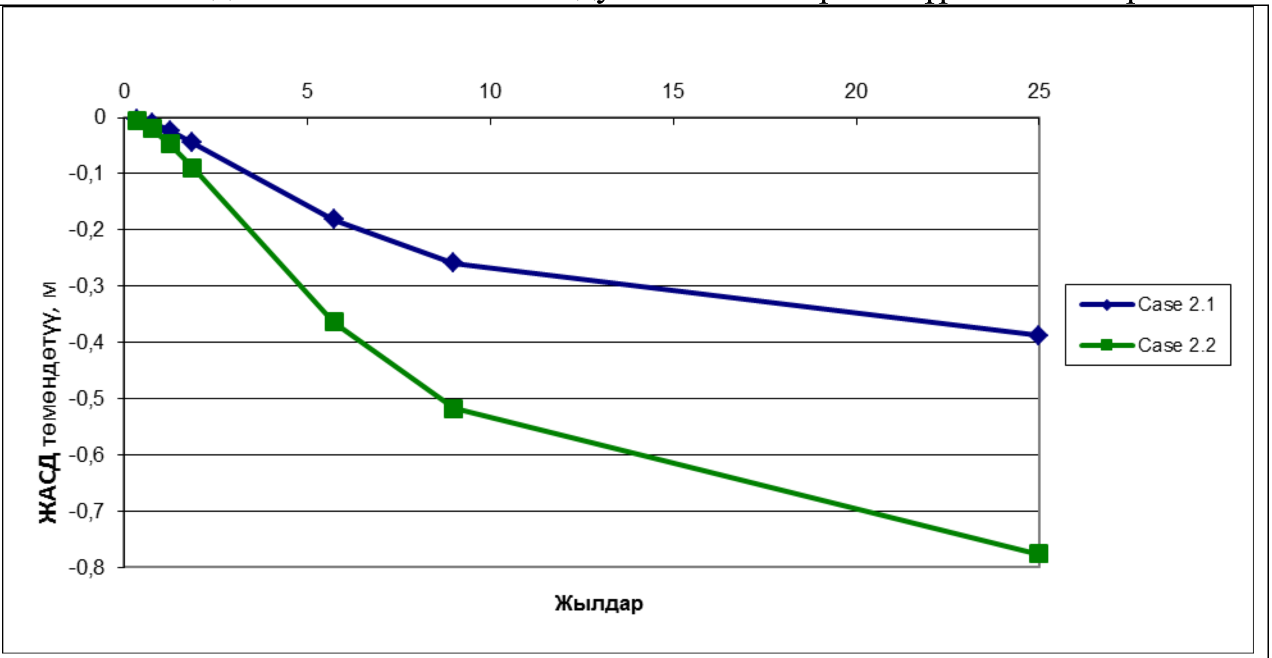
Жер алдындагы суулардын азыктануусунун кыскаруусу жана аларды колдонуунун көбөйүүсү жер алдындагы суулардын калыптануу чөлкөмүнөн чыгуу чөлкөмүнө, Бишкек шаарынын суу каптап кетүүгө дуушарланган түндүк бөлүгү жайгашкан, агып өтүүсүн азайтат. Каралып жаткан аймактагы жер ал-

дындагы суулардын деңгээлинин мезгилге жараша орточо төмөндөөсү 4-сүрөттө келтирилген.

Жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин каралып жаткан таасир көрсөтүүгө жайбаракат жана начар жооп кылуусу көңүлдү өзүнө бурат. 9 жылдан кийин Бишкектин түндүк бөлүгүндөгү ЖАСД биринчи учурда – 0,26 м, экинчи учурда – 0,52 м ылдый түшүшөт. ЖАСД төмөндөтүүнүн бул сценарийи кыйла майнаптуу таасир көрсөтүүлөргө кошумча катары карала алат.

3-сценарий. ЖАСД төмөндөтүү экинчи катмарды (1-суулуу мейкиндик) чогултуучу скважиналар менен жетишилет. Скважиналардын терендиги – болжол менен 80 м. Скважиналар гектарына 0,3 л/с туруктуу дренаждык модулду камсыздашат.

25 жылдык мезгилге божомолдун натыйжалары 5-сүрөттө келтирилген.



4-сүрөт. Калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардын азыктануусу азайганда жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин орточо төмөндөөсү (2-сценарий, 1,2-варианттар)

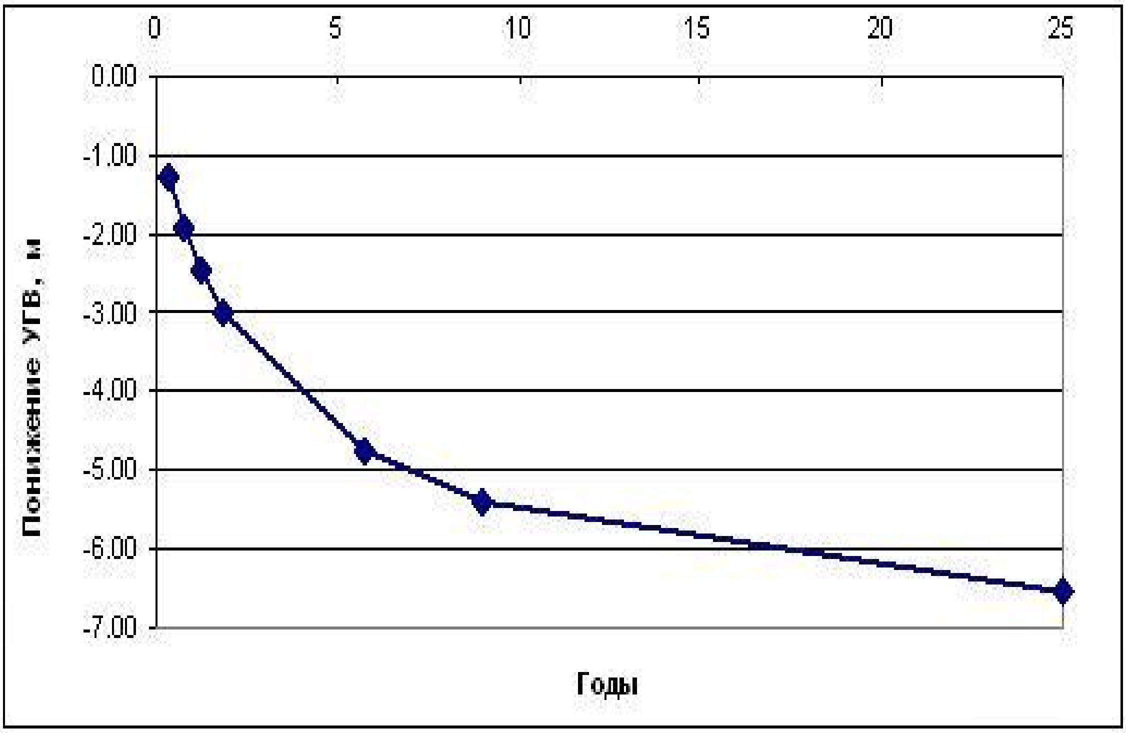
Скважиналардын иштөөсү башталгандан 1 жылдан кийин жер алдындагы суулардын деңгээлдери (ЖАСД) кризистик деңгээлден төмөн түшүшөт. Божомолдук мезгилдин аягына карата төмөндөөлөр 6 м жетет. Гектарына 0,3 л/с (горизонталдуу дренаж учуруна караганда аз) баштапкы дренаждык модулунда ЖАСДнин ушунчалык маанилүү төмөндөөлөрү анын туруктуулугунун эсебинен жетишилерин белгилөө зарыл. Биринчи сценарийде ЖАСД төмөндөтүүдө дренаждык модуль мезгилдин өтүүсү менен 2-3 эсеге азаят.

Бул сценарийдин оң факторлору – ЖАСДнин майнаптуу төмөндөөсү жана сордурулуучу тузсуз сууну техникалык муктаждыктарга жана сугатка колдонуу мүмкүндүгү. Кемчиликтери – жогору эксплуатациялык сарптоолор (электр кубаты ж.б.у.с.), ошондой эле техникалык тейлөө тутумун уюштуруу зарылдыгы.

4-сценарий. Кургатууга калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардын азыктануусун азайтуу менен, ошондой эле жер алдындагы суулардын деңгээлдерин талап кылынуучу төмөндөтүү чөлкөмүндөгү дренаждык иш-чаралар менен жетишилет. Калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардын азыктануусунун азаюусу, 2-сценарийдегидей эле.

Бул учурда Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүндө долбоорлонуучу дренаждык тутумдар, жер алдындагы суулардын калыптануу чөлкөмүндөгү өзгөрүлгүс чыпкалоо жоготуулары шарттарына караганда, дренаждык модулду 15-20% ылдый камсыздай алышат.

Жүргүзүлгөн көлөмдүү моделдөөнүн (Modflow программаларынын комплексин колдонуу менен) натыйжалары ар бир мезгилдик кадамдагы көп сандаган кесилиштер менен бериле алышат. Мисал катары, 6-сүрөттө дренаждык тутумдарды эксплуатациялоонун 10 жылдык мезгилинин аягына карата моделдөөнүн натыйжалары келтирилген. Келтирилген схемалык картада жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөөлөрү көрсөтүлгөн (моделдин үстүңкү катмары).

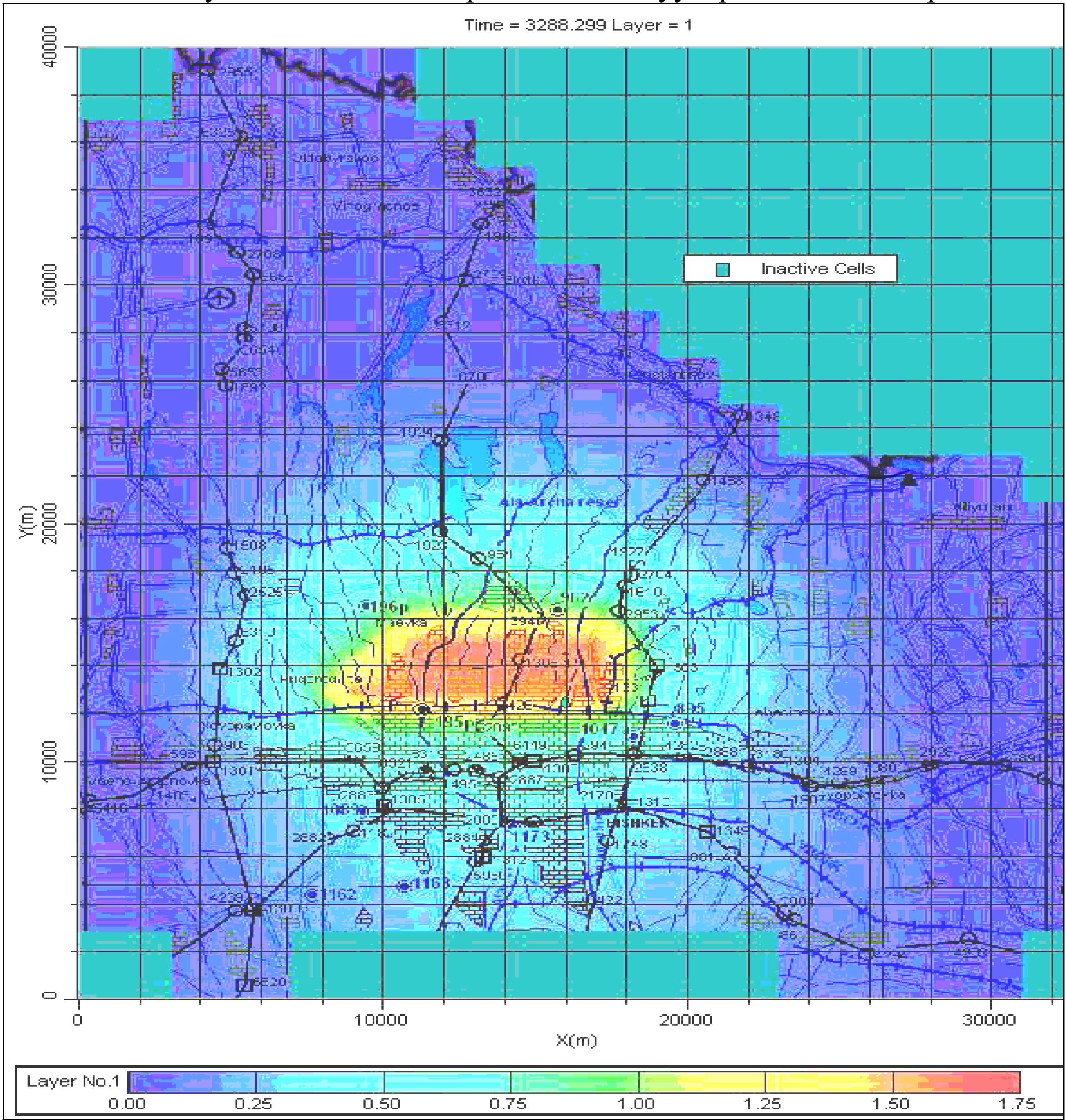


5-сүрөт. Гектарына 0.3 л/с туруктуу дренаждык модулунда вертикалдуу дренаж менен жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин орточо төмөндөөсү (3-сценарий)

Жогоруда келтирилген сценарийлерди катар коюу, жакынкы келечекте айрым жерлерде скважиналарды колдонуу менен горизонталдуу дренажды колдонууну алдын ала караштыруу керектигин көрсөтөт (1- жана 3-сценарийлер). Алыскы келечекте кургатуучу майнаптан тышкары сугатка суу алууну азайтууга жол берүүчү 2-сценарий көбүрөөк жагымдуу болуп саналат.

Жер алдындагы суулардын деңгээлдерин төмөндөтүү сценарийлерин моделдөө жараянында дренаждык тутумду мерчемделген эксплуатациялоо мезгилинде дренаждык модулдун өзгөрүү майнабы айкындалган. Баштапкы учурда дренаждык модуль, жер алдындагы суулардын денгээлдерин турукташтыруудан кийинкиге караганда 2-3 эсе көп. Дренаждык тутумдарды долбоорлоодо бул майнапты эске алуу зарыл.

Төртүнчү бап автор тарабынан «Ош облусунун Кара-Суу районунун «Савай» А/Онун аймагындагы жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин



6-сүрөт. Гектарына 0,3 л/с баштапкы дренаждык модулунда эксплуатациянын 10-жылына карата горизонталдуу дренаж менен жер алдындагы суулардын деңгээлдерин божомолдук төмөндөтүүлөрдүн схемалык картасы (1-сценарий, 1-вариант)

интенсивдүү көтөрүлүү себептерин сандык талдоо» Долбоорунун алкагында

аткарылган илимий изилдөөлөрдүн натыйжаларын камтыйт, Р. Г. Литвак (2009). Иш Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн Токтому менен аткарылган.

Бул бөлүмдүн изилдөөлөрүнүн негизги максаты – Ош облусунун Кара-Суу районунун «Савай» А/Онун аймагындагы жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин (ЖАСД) кескин көтөрүлүү себептерин айкындоо жана калктуу пункттар менен сугат аймактарын жер алдындагы суулардын каптап кетүүсүнөн коргоочу майнаптуу чараларды негиздөө, 7-сүрөт. Акыркы 30-40 жылда ЖАСДнин көтөрүлүүсүн чакырган факторлорду ондогон метрлерге сандык баалоо зарыл.

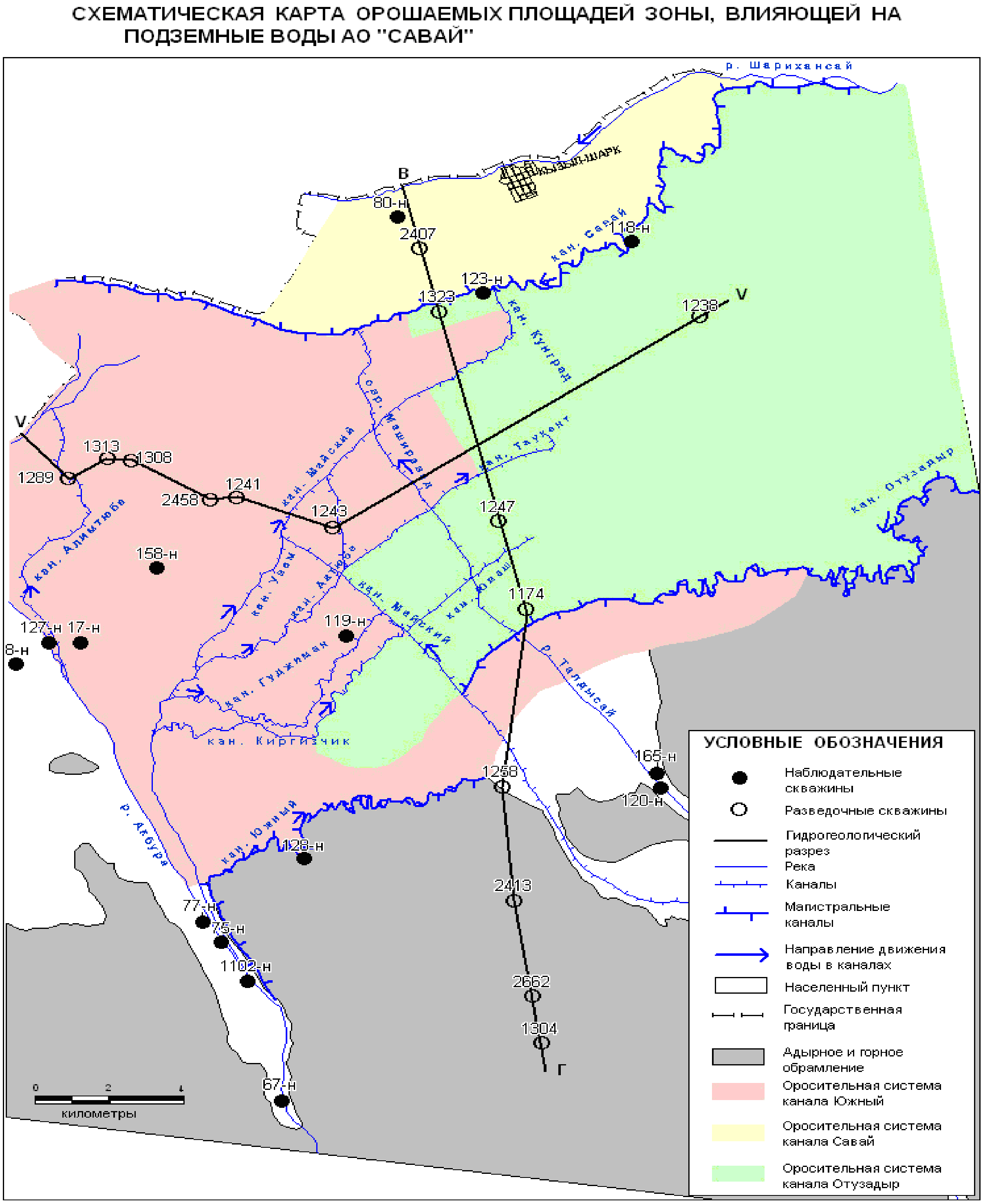
Кийинки милдет 2 мамилени колдонуу менен чечилген:

1) «Савай» А/Онун жер алдындагы сууларына таасир кылуучу чөлкөмдүн кийинки он жылдыктагы жер алдындагы сууларынын деңгээлдеринин шарттамына талдоо. Мында жер алдындагы агымдардын калыптануусунун ар кыл типтери бар аймактардагы шарттамдар катар коюлушат. Талдоо үчүн А. И. Заболотныйдын (1980), В.А. Кардамановдун (2000), Кыргызгипроводхоздун (1991), Ош ГГПнин (2009), Г. М Толстихиндин (2008) эмгектери колдонулган.

2) «Савай» А/Онун жер алдындагы сууларына таасир кылуучу жаңы сугат жерлерди колдонууга киргизүү жараянын моделдөө (Отуз-Адыр каналынын тутуму, эксплуатацияга киргизүү – 1954-ж., Түштүк жана Савай каналдарынын тутумдары, эксплуатацияга киргизүү ылайыгына карата 1974- жана 1970-жылдар). Мында жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин моделдик жогорулоолору фактылык менен катар коюлат, бул ирригациялык жоготуулардын ЖАСДнин көтөрүлүүсүнө таасирин сандык баалоого жол берет.

Сугат тутумдарынын таасир кылуу чөлкөмүндө орун алган байкоо жүргүзүүчү скважиналардын маалыматтары, сугат аймактарындагы ЖАСДнин туруктуу жогорулоолорун көрсөтүшөт. «Савай» А/Онун аймагындагы деңгээлдердин көтөрүлүү чоңдугу 1975-жылдан 2008-жылга чейин – болжол менен 25-30 м. Эгер «Савай» жана «Түштүк» каналдарынын сугат тутумдарын эксплуатацияга киргизүү 1970-1974-жж. жүзөгө ашырылганын эске алсак, анда ЖАСДнин кескин көтөрүлүүсүнүн себептери эскерилген сугат тутумдарынын аймактарындагы ирригациялык суунун жоготуулары менен айкын байланышкан.

Жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин көтөрүлүүсүнүн негизги себеби – бул жерде каралып жаткан үч сугат тутумдарындагы сугат суусунун жоготуулары экенине толук ишенимдүүлүк үчүн, «жаңы» сугат жерлердин колдонууга киргизилүүсүнүн ЖАСДнин көтөрүлүүсүнө таасирин моделдөө зарыл. Мында ЖАСДнин фактылык көтөрүлүүсү болжол менен эсептикке шайкеш келүүгө тийиш. Моделдөө жараянында иш жүзүндө бардык колдо бар гидрогеологиялык жана суу чарбалык маалыматтар колдонулган. «Кыргызгипроводхоз» Долбоорлоо институтунун жана Кыргыз комплекстүү гидрогеологиялык экспедицясынын (ККГГЭ) фондулук материалдары колдонулган. Мындан тышкары, аткарылып жаткан техникалык долбоордун алкагында, Долбоордун башкы инженери диссертациыяк иштин автору менен чогуу иштеп чыкккан мерчем боюнча атайын талаа изилдөөлөрү жүргүзүлгөн.



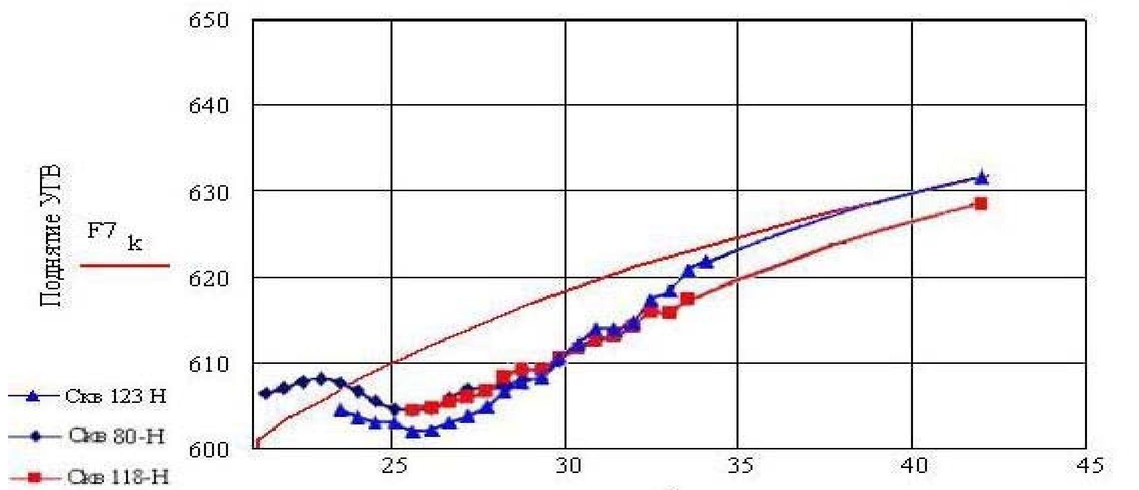
7-сүрөт. «Савай» А/Онун жер алдындагы сууларына таасир кылуучу чөлкөмдүн схемалык картасы, А. И. Заболотныйдын эмгегинин материалдары боюнча түзүлгөн (1980)

Кийинки милдет 2 мамилени колдонуу менен чечилген:

Үч сугат тутумдарынын (СТ) колдонууга киргизилүүсүнүн ЖАСДнин көтөрүлүүсүнө таасирин моделдөө жүргүзүлгөн. Эскерилген СТнын биринчи болуп «Отуз-Адыр» каналынын тутуму эксплуатацияга киргизилген (1954-ж.), сугарылуучу аянты 12,35 миң га. «Савай» каналынын СТ 1970-ж. киргизилген, сугарылуучу аянты – болжол менен 3 миң га. «Түштүк» каналынын СТ 1974-ж. киргизилген, сугарылуучу аянты – 5 миң га. Моделдөө 2 этапта жүргүзүлгөн,

башында «Отуз-Адыр» тутумунун ирригациялык жоготуулары берилген, б.а. 1954-1974-жж. мезгили кайра өндүрүлгөн. Экинчи этапта 1974-жылдан 2030-жылга чейинки этап кайра өндүрүлгөн, бул жерде бардык үч сугат тутумдарынын таасири берилет. 2-этаптын баштапкы ЖАСД жана басымдары моделдөөнүн биринчи этабы үчүн аяктоочу болуп саналышат. Жер алдындагы суулардын негизги азыктануусу алар терең жаткан аймактарда жүргөндүктөн, ал брутто суу алуусунан 33 % өлчөмүндө берилет (талаалардагы жоготууларды эске алуу менен сугат тутумдарынын ПАК азыркы мезгилде болжол менен 0,35ти түзөт).

«Отуз-Адыр» каналынын тутумунун таасири алдында эксплуатациядан 20 жылдан кийин ЖАСДнин 4 м жогорулоосу болуп өттү. 1975-2008-жж. кийинки этапта (бардык 3 сугат тутумдарынын иш-аракети алдында) ЖАСДнин дагы 30 м жогорулоосу болуп өттү. Бул мезгилде ККГГЭнын 3 байкоо жүргүзүүчү скважиналары (80н, 118н жана 123н) боюнча ЖАСДнин фактылык жогорулоосу болжол менен 25-30 м түзүштү, бул эсептик маанилерге шайкеш келет, 8-сүрөт. Жүргүзүлгөн моделдөө «Савай» А/Онун аймагындагы ЖАСДнин туруктуу жогорулоосунун себептерин ачат – бул «Савай», «Отуз-Адыр» жана «Түштүк» каналдарынын ирригациялык тутумдарынын чыпкалоочу жоготуулары.



8-сүрөт. «Савай» А/Онун аймагындагы ЖАСДнин 3 каналдын ирригациялык жоготууларынын таасири алдында моделдик жана факт жүзүндөгү көтөрүлүүлөрү

Анын натыйжалары боюнча «Отуз-Адыр» жана «Түштүк» сугат тутумдары орун алган жогору жайгашкан аймактан жер алдындагы суулардын агып келүүсү ар бир 10 жылда болжол менен 0.1 $м^3$/с көбөйөт.

ТЭЭ (техника-экономикалык эсептөөлөр) стадиясында долбоорлонгон дренаждык тутумду 10-15 жыл эксплуатациялоодон кийин өзү куюлуучу скважиналардын чыгымдоолорун коллектордук-дренаждык тармакка чыгаруу ме-

нен комбинацияланган дренажды куруунун эсебинен анын кубаттуулугун көбөйтүү талап кылынат.

Комбинацияланган дренаждын параметрлери жер алдындагы сууларды чыпкалоонун математикалык моделдерин ичине алган кошумча изилдөөлөр менен аныкталууга тийиш.

Жогоруда жаткан аймактардан жер алдындагы суулардын агып келүүсүнүн чектик чондугу 0.92 $м^3/с$, бул сугатка (брутто) суу алуудан 33 %ды түзөт. Жер алдындагы сууларды азыктандырууга кетүүчү суу алуунун үлүшү, Р. Г. Литвактын эмгегинде келтирилген баалоолор боюнча алынган (2009).

Жүргүзүлгөн изилдөөлөр каралып жаткан 3 сугат тутумдарын киргизүүнүн кубаттуу таасиринен кийин жер алдындагы суулардын турукташуусунун күтүүсүз узак мезгилин көрсөтүштү. Күтүлүүчү турукташуу мөөнөтү – 2050-жыл. Ушул мезгилге карата, эгер чыпкалоочу жоготуулардын маанилүү азаюусу болуп өтпөсө, жер алдындагы суулардын агып келүүсү максималдуу мааниге жетет. Турукташуунун ушунчалык узак мезгили изилденип жаткан аймактын төртүнчүлүк чөкмөлөрүнүн төмөн суу өткөргүчтүгү менен түшүндүрүлөт, ал 250-500 $м^2/күн$ барабар. Эгер анын чоңдугу болжол менен Чүй өрөөнү үчүн ушул параметрге шайкеш келсин үчүн суу өткөргүчтүктү 6 эсе көбөйтсө, анда турукташуу мезгили болжол менен 30-40 жылга барабар болот, бул Чүй өрөөнүндөгү ушуга окшош жараяндардын турукташуу мезгилине шайкеш келет.

Каралып жаткан бөлүмдө төмөнкү милдеттерди чечүүнүн натыйжалары келтирилген: а) изилденип жаткан аймакта жүргүзүлгөн бирикмелик мини сордурууларды иштетүү. Дренаждоо схемаларын негиздөө үчүн чыпкалоочу параметрлерди алуу; б) Дренаждык тутумдардын каралып жаткан аймактардын жер алдындагы сууларынын деңгээлдерине таасир кылуусун баалоого жол берүүчү чыпкалоо моделдерин куруу; в) кийинки божомолдук эсептөөлөр үчүн чыпкалоочу моделдерди тактоо максатында колдо бар дрендерге жер алдындагы суулардын чыгуусун өлчөөлөрдү түшүндүрмөлөө; г) долбоорлонуучу дренаждын ар кыл схемаларынын таасири алдында жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөөлөрүн божомолдоо.

Келтирилген милдеттерди чечүү математикалык усулдарды кеңири колдонууга жана компьютердик программалардын заманбап топтомдорун пайдаланууга негизделет.

Долбоорлонуучу дренаждын ар кыл схемаларынын таасири алдында жер алдындагы суулардын деңгээлдерин төмөндөтүүлөрдү божомолдоо жүргүзүлдү. Дренделүүчү аймактын конкреттүү шарттарына байланган коллектордук-дренаждык тармактын орун алуусунун көбүрөөк сарамжалдуу схемасы тандалып алынды. Дрендердин ортосунда күрүчтүн айдоолорунун орун алуу учурлары, ошондой эле түрдүү терендиктеги эки дрендин иш-аракетинен төмөндөө учуру каралды.

Бешинчи бапта Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн мүнөздүү көп катмарлуу суулуу мейкиндиктердин талылуулугун баалоо үчүн гидрогеологиялык факторлорду эсепке алуунун жаңы усулу сунушталган.

Талылуулук деп бул жерде жер алдындагы суулардын булактары жер үстүндө жаткан булгануулардын ар кыл түрлөрүнө дуушарлангандык даражасы түшүнүлөт. Эскерилген талылуулукту баалоого карата эки мамиле келтирилет. Биринчи «рейтингдик» мамиле төрт чен-өлчөмгө негизделген «index – and – overlay» стандарттуу методикасына негизделет, R. C. Gogu (2000, 2003), Morris B. L (2002). Экинчиде катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин талылуулугун баалоонун объективдүүлүгүн маанилүү жогорулатуучу усул сунушталат. Изилдөө 1,5 миллиондон ашуун калкы бар, Кыргыз Республикасынын эң маанилүү аймагы болуп эсептелген Чүй өрөөнүнүн жана Бишкек шаарынын мисалында жүргүзүлгөн. Аймактын жалпы аянты – болжол менен 7,4 миң $км^2$, Г. В. Соболин (1990).

Стандарттуу мамилени колдонуунун мисалы катары Бишкек шаарынын суулуу мейкиндигинин талылуулугун баалоо жүргүзүлгөн да, тиешелүү схемалык карта түзүлгөн. 1-жадыбал жогоруда эскерилген стандарттуу мамилени колдонууну шөкөттөйт.

4 чен-өлчөмдүн жыйындысы боюнча Бишкек шаарынын аймагынын талылуулук даражасынын классификациясы жүргүзүлөт (1-6 төмөн, 7-8 орточо, 9-11 жогору, 12 экстра жогору). Бишкек шаарынын жер алдындагы сууларынын талылуулугунун схемалык картасы түзүлгөн.

Сунушталган усул маанилүү кемчиликке ээ – баалоолордун субъективдүүлүгү. Башкысы, бул геологиялык-гидрогеологиялык шарттардын таасирлерин баалоолорго тийиштүү болот. Төмөндө геологиялык-гидрогеологиялык шарттардын катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин талылуулугуна таасиринин кыйла объективдүү комплекстүү чен-өлчөмү сунушталат.

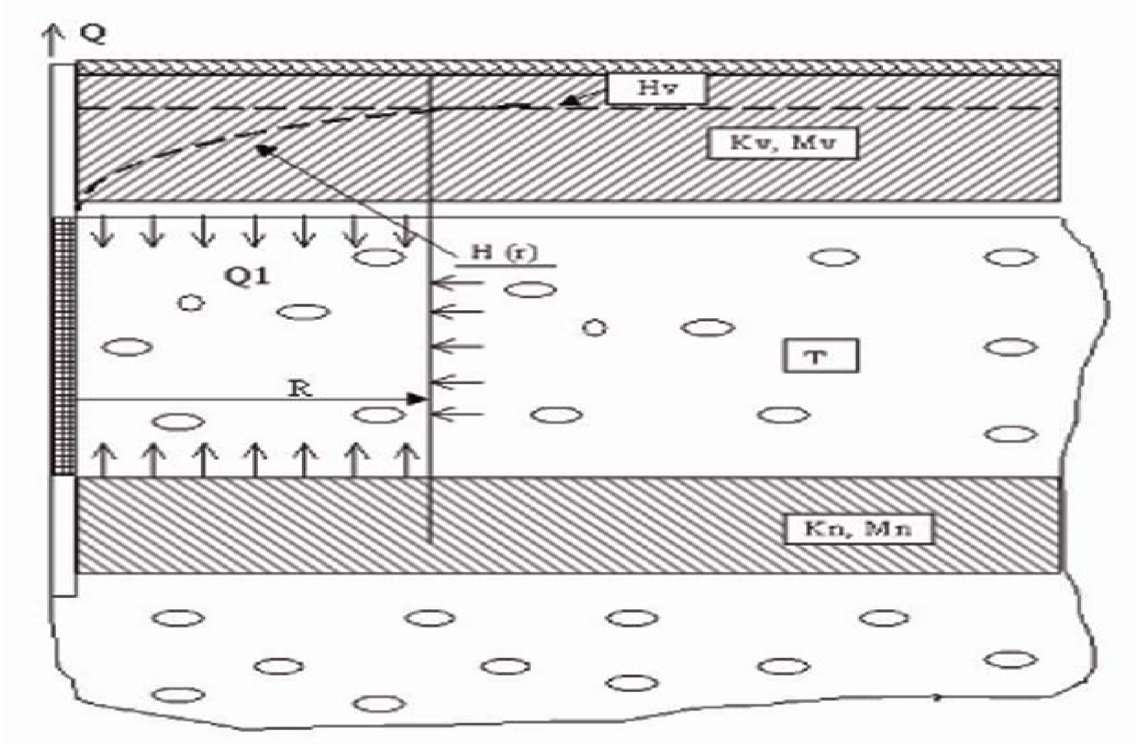
1-жадыбал. Бишкек шаарынын шарттарына колдонмолуу суулуу мейкиндиктердин талылуулугун баалоо, стандарттуу мамиле

Талылуулук чен-өлчөмү	Чөлкөмдөрдүн классификациясы	Талылуулуктун мүнөзү	Талылуулуктун сандык көрсөткүчү
1. Каптама чөкмөлөрдүн кубаттуулугу	Кубаттуулук 0 – 5 м	Жогору	3
	Кубаттуулук 5 – 10 м	Төмөн	1
2. Геологиялык-гидрогеологиялык шарттар	Кара-Балта жаагы	Жогору	3
	Панфилов жаагы	Орточо	2
	Ала-Арча жаагы	Төмөн	1
3. Жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин тереңдиги	0 – 5 м	Абдан жогору	4
	5 – 10 м	Жогору	3
	10 – 50 м	Орточо	2

	> 50 м	Төмөн	1
4. Жер алдындагы суулардын үстүдөн азыктануу шарттары	Дарыялардан чыпкалануу чөлкөмү	Орточо	2
	Жер алдындагы суулардын калыптануу чөлкөмү (дарыялардан чыпкалануу чөлкөмүнөн сырткары)	Төмөн	1
	Жер алдындагы суулардын чыгуу чөлкөмү	Этибарга алгыс аз	0

Жер алдындагы суулардын булгануу булактары, эреже катары, жердин үстүндө жатышат. Конкреттүү булактан чыгуучу булгануунун интенсивдүүлүгү, көп жагынан үстүңкү жана ылдыйкы катмарчалардын чыпкалоочу каршылыктарынан, суулуу катмардын горизоналдуу багыттагы каралып жаткан блогунун чыпкалоочу каршылыгынан, ошондой эле эскерилген чыпкалоочу каршылыктардын карым-катнаштарынан көз каранды болот. Үстүңкү катмарчанын чексиз чоң каршылыгынын чектик учурунда (суу өткөрбөс үстүңкү катмар) булгануунун булагы суулуу мейкиндиктин иликтенип жаткан бөлүгүнөн бөлүнгөн, бул анын жогору корголгондугун көрсөтөт. Төмөнкү жана каптал багыттардагы жогору чыпкалоочу каршылык, тескерсинче, жылжып кирген булгоочу заттардын агуу мүмкүндүгүн азайтып, каралып жаткан чөлкөмдүн корголгондугун төмөндөтөт. Жогоруда сыпатталган кырдаалды сандык мүнөздөөчү бир параметрди сунуштоо максатка ылайыктуу. Эгер иликтенип жаткан суулуу катмардын каралып жаткан чөлкөмүн эксплуатациялоочу скважинаны элестетсек, анда суунун скважинага жалпы агып келүүсүнө үстүдөн агып келүүнүн тиешесин эскерилген чыпкалоочу каршылыктардын өз ара катышы мүнөздөй турган болот. Жер алдындагы суулардан суу алуунун бир эле чоңдугунда төмөн кетүүчү агымдар геологиялык-гидрогеологиялык шарттарга жараша ар кыл болушат. Мисалы, каптама чөкмөлөрдүн чыпкалануусунун абдан төмөн коэффициенттеринде жана эксплуатацияланып жаткан суулуу мейкиндиктин жогору суу өткөргүчтүгүндө төмөн кетүүчү агымдар суу алуулардын таасири алдында жок болушат, бул суулуу мейкиндиктин жогору корголгондугун (төмөн табигый талылуулугун) көрсөтөт. Жер алдындагы суулардын талылуулугун баалоонун сунушталган усулунун маңызы төмөнкүдө камтылган:

А) Талылуулугу бааланууучу үстүңкү суулуу мейкиндиктеги суу алуу скважинасын эксплуатациялоо моделденет, 9-сүрөт.



9-сүрөт. Үстүңкү суулуу мейкиндиктеги моделденген скважинанын иштөөсүнүн типтүү чыпкалоочу схемасы

Б) Аныкталган абалга моделденген сордуруунун суу теңдеми түзүлөт. Каптама чөкмөлөрдөн иликтенип жаткан суулуу мейкиндикке агып келүүнүн чоңдугунун (моделденген сордуруу чакырган) сордурулган суунун жалпы көлөмүнө катышы чыгарылат. Иликтенип жаткан аймактын геологиялык-гидрогеологиялык шарттарынан көз каранды болгон эскерилген катыш Ψ ин-декс деп аталган.

В) Геологиялык түзүлүш менен байланышкан талылуулук классификацияланат. Ψ индекс аз болсо – суулуу мейкиндик азыраак талылуу.

Сунушталган Ψ индексти (жалпыланган гидрогеологиялык көрсөткүчтү) төмөнкү көз карандылыктар боюнча эсептөө сунушталат:

$$\Psi = \frac{Q_1}{Q}, \qquad (5.1)$$

мында

Q – моделденген скважинадан сордурулуучу суунун көлөмү, $м^3$/күн;

Q_1 – сордуруунун таасири алдында каптама катмардан үстүңкү суулуу мейкин-дикке жер алдындагы суулардын агып келүүсү, м3/күн, 9-сүрөттү караңыз;

Жер алдындагы суулардын динамика мыйзамдарын колдонуп, Q_1 эсептөө үчүн формуланы алабыз:

$$Q_1 = \int_0^R 2 \cdot \pi \cdot r \cdot k_v \cdot \frac{\left(H_v - H(r)\right)}{m_v} \, dr, \qquad (5.2)$$

мында

R – каралып жаткан чөлкөмдүн радиусу (адатта 100-200 м, бул чөлкөмдөн сыртта сордуруу чакырган төмөн кетүүчү агым, этибарга алгыс аз), м;

Kv – каптама чөкмөлөрдүн чыпкалануусунун вертикалдуу коэффициенти, м/күн;

Hv – жер алдындагы суулардын деңгээлдерин белгилөө (каптама чөкмөлөрдөгү басым), м;

H(r) – **r** (скважинанын борборуна чейинки аралыктан) көз каранды болгон каралып жаткан суулуу мейкиндиктеги басым, м;

Mv – каптама чөкмөлөрдүн кубаттуулугу, м;

T – каралып жаткан суулуу мейкиндиктин суу өткөргүчтүгү, $м^2$/күн.

Жалгыз скважинанын каралып жаткан учуру үчүн H(r) төмөнкү маселенин чечилиши болуп саналат:

$$T\cdot\frac{1}{r}\cdot\left[\frac{d}{dr}\left[r\cdot\left(\frac{d}{dr}H(r)\right)\right]\right]+k_v\cdot\left(\frac{H_v-H(r)}{m_v}\right)+k_n\cdot\left(\frac{H_n-H(r)}{m_n}\right)=0,\qquad(5.3)$$

$$\lim_{r\to\infty}H(r)=\text{const},\qquad\lim_{r\to 0}\left[2\cdot\pi\cdot r\cdot T\cdot\left(\frac{d}{dr}H(r)\right)\right]=Q\qquad(5.4)$$

Кийинки теңдеменин чечилиши белгилүү, Ф. М. Бочевера (1976), M. S. Hantush (1962):

$$H(r)=\frac{-Q}{2\cdot\pi\cdot T}\cdot K0\left(\sqrt{P1}\cdot r\right)+\frac{P2}{P1},\qquad(5.5)$$

мында

$$P1=\frac{1}{T}\cdot\left(\frac{k_v}{m_v}+\frac{k_n}{m_n}\right)\qquad P2=\frac{1}{T}\cdot\left(\frac{k_v}{m_v}\cdot H_v+\frac{k_n}{m_n}\cdot H_n\right)\qquad(5.6)$$

K0(x) – нолдук иреттеги экинчи түрдөгү Бесселдин модификациялаган функциясы.

Алынган (5.5), (5.6) берилиштерди (5.1) жана (5.2) коюп, жана ортодогу эсептөөлөрдү түшүрүп, алабыз:

$$\Psi(R)=\frac{k_v}{T\cdot m_v\cdot P1}\cdot\left(1-R\cdot\sqrt{P1}\cdot K1\left(\sqrt{P1}\cdot R\right)\right),\qquad(5.7)$$

мында K1(x) – биринчи иреттеги экинчи түрдөгү Бесселдин модификацияланган функциясы.

Акыркы берилишти алууда K1(x) цилиндрлик функциясынын төмөнкү касиети колдонулган:

$$\lim_{x \to 0} (x \cdot K1(x)) = 1 \qquad (5.8)$$

Мындан тышкары, Hv = Hn божомолу колдонулган, ал ушул иште коюлган милдеттерди чечүү үчүн толук жол берерлик.

Сунушталган **Ψ** индекс жогоруда келтирилген 2 чен-өлчөмдүн (каптама чөкмөлөрдүн кубаттуулугу жана геологиялык-гидрогеологиялык шарттарды эксперттик баалоолор) ордуна колдонулган боло алат. Анын артыкчылыгы – суу алуучу скважиналардын иш-аракетине сандык жооп кылуунун негизинде гидрогеологиялык шарттарды кыйла объективдүү баалоо. Калган эки чен-өлчөмдү (жер алдындагы суулардын деңгээлинин тереңдигин жана жер үстүндөгү суу булактарынын орун алуусун) **Ψ** индекс менен чогуу, мурунку эле учурдагы ык менен колдонуу сунушталат. **Ψ** чоңдугуна жараша талылуулуктун шкаласы сунушталат, 2-жадыбал.

Сунушталган усул Чүй өрөөнүнүн жер алдындагы сууларынын талылуулугунун схемалык картасын түзүү үчүн колдонулган, 10-сүрөт.

Алтынчы бап автор тарабынан «Чүй өрөөнүнүн жер алдындагы сууларына байкоо жүргүзүүнүн чыпкалоочу моделдөөнүн негизиндеги схемаларын илимий негиздөө жана иштеп чыгуу» Долбоорунун алкагында аткарылган изилдөөлөрдү камтыйт, Р. Г. Литвак, (2015).

Көптөгөн эмгектерде байкоо жүргүзүү схемаларын негиздөөгө карата заманбап мамиле математикалык моделдерди колдонууга негизделери баса көрсөтүлөт, В. М. Шестаков (2007), Bashi-Azghadi SN (2009), J. K. Thakur (2017). Бул бөлүмдө жер алдындагы суулардын деңгээлдерине Чүй дарыясынын жемирилген чөлкөмүнүн мисалында бир өлчөмдүү стационардык эмес чыпкалоочу моделдерди колдонуу менен шарттамдык байкоо жүргүзүүлөр схемаларын негиздөөнүн усулдук ыкмасы сунушталат.

2-жадыбал. **Ψ** индекске жараша талылуулук шкаласы

Ψ маанилери	Талылуулуктун сандык көрсөткүчү	Талылуулуктун мүнөздөмөсү
0.0-0.1 0.1-0.2	0 1	Абдан төмөн
0.2-0.3 0.3-0.4	2 3	Төмөн
0.4-0.5 0.5-0.6	4 5	Орточо

0.6-0.7 0.7-0.8	6 7	Жогору
0.8-0.9 0.9-1.0	8 9	Абдан жогору

В. М. Шестаковдун эмгегинде (2007) «ар кандай байкоо жүргүзүүнүн конкреттүү максатын аныктоолордун маанилүүлүгү жана көп максаттуу «жалпы» байкоо жүргүзүүлөрдүн пайдасыздыгы» баса белгиленет. Чүй өрөөнүнүн ойдуңдуу чөлкөмүнүн жер алдындагы сууларынын башкы шарттам түзүүчү фактору – Боролдой көпүрөсү менен Токмок шаарынын ортосундагы «жемирилген» чөлкөмдөгү Чүй дарыясынан нуктук жоготуулар, 11-сүрөт. Ушундан чыгып, жер алдындагы суулардын азыктануусунун өзгөрүүсү шарттамдык скважиналар менен катталууга тийиш. Бул бөлүмчөнүн башкы максаты: Чүй дарыясынан чыпкалоочу жоготуулардын өзгөрүүсү чакырган жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин өзгөрүүлөрүн тааный жана баалай турган шарттамдык скважиналардын орун алуу схемаларын иштеп чыгуу жана негиздөө.

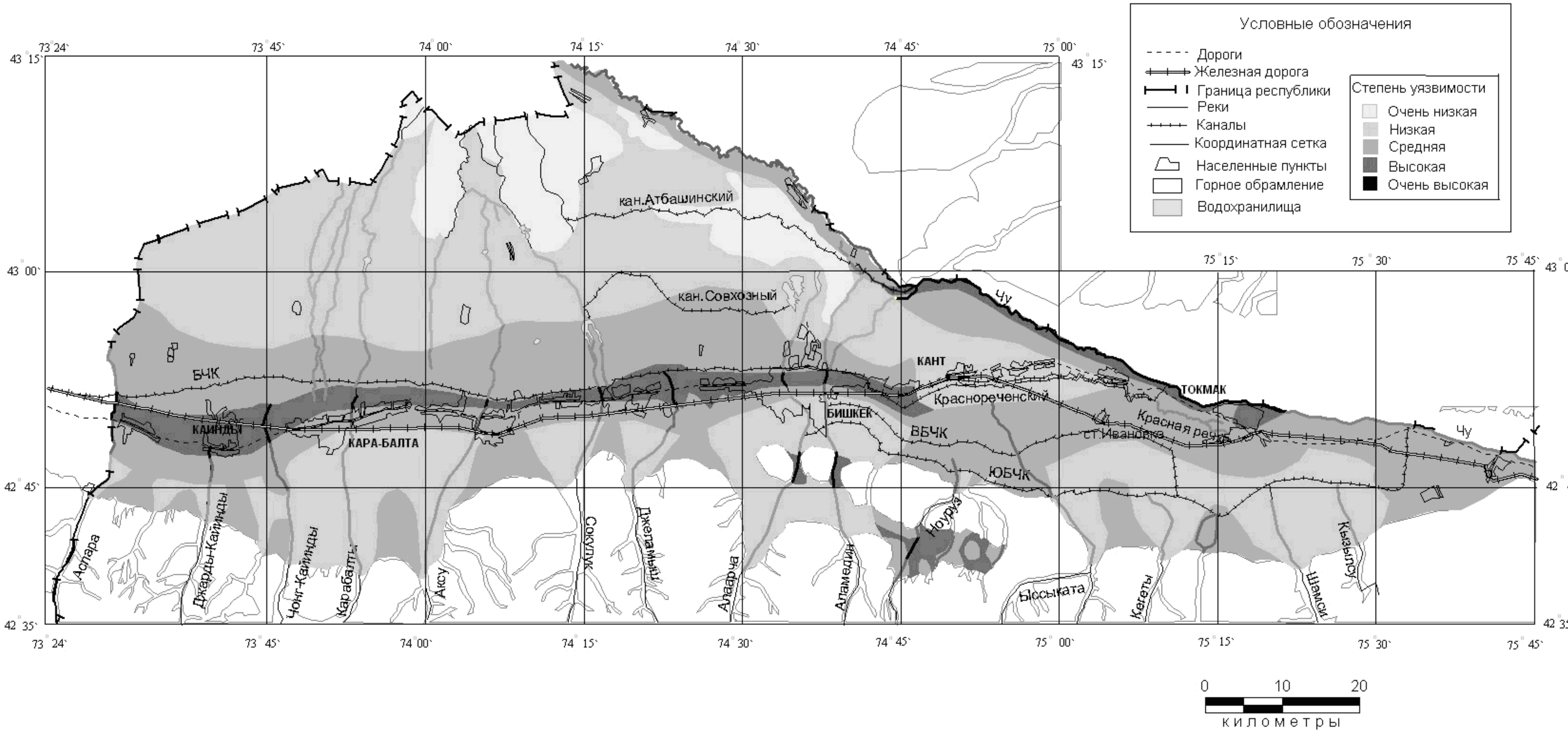
Изилдөөлөр 2 чыпкалоочу моделдерди колдонуу менен жүргүзүлгөн. 1-модель (Чүй дарыясын бойлой жер алдындагы суулардын нук алдындагы агымынын модели), 11, 12-сүрөттөр, жана 2-модель Чүй дарыясына перпендикулярдуу жер алдындагы суулардын агымынын модели).

1-модель үчүн жемирилген чөлкөмдөн чыгуу чөлкөмүнө жер алдындагы суулардын агып өтүүсүн өзгөртүү үчүн көз карандылыктар Q(t) А. Н. Костяковдун эмгегинде (1956) чыгарылган чечилиштерди модернизациялоо менен алынган. Ортодогу кайра түзүүлөр кыскалык үчүн келтирилбейт.

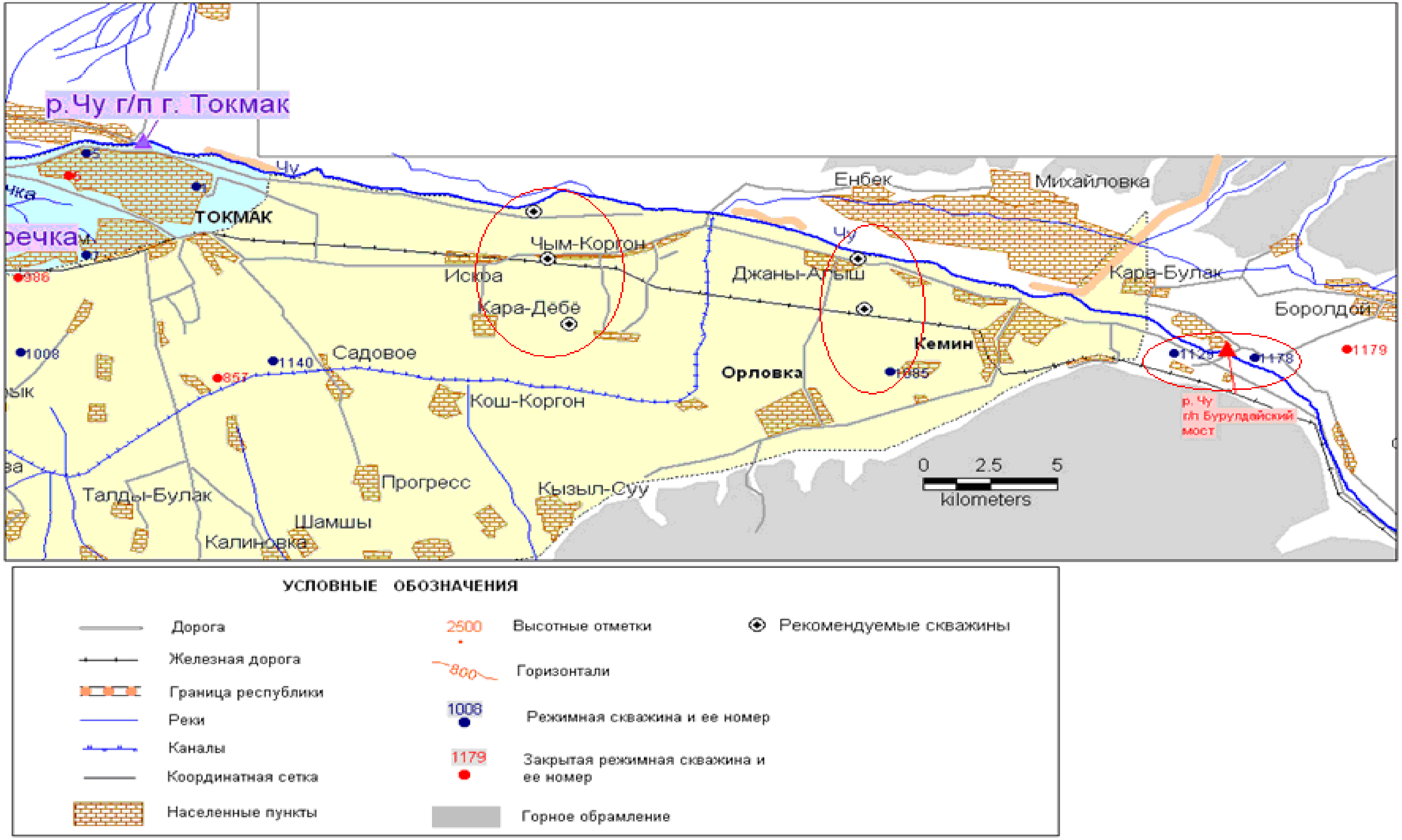
$$\Delta Q(t) := \Delta QN\cdot\left[1-\frac{8}{\pi^2}\cdot\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{(2\cdot n-1)^2}\cdot\sin\left[\frac{\pi}{2}\cdot(2\cdot n-1)\right]\cdot\exp\left[\frac{-\pi^2\cdot(2\cdot n-1)^2}{4}\cdot\frac{a\cdot t}{L^2}\right]\right] \quad (6.1)$$

мында

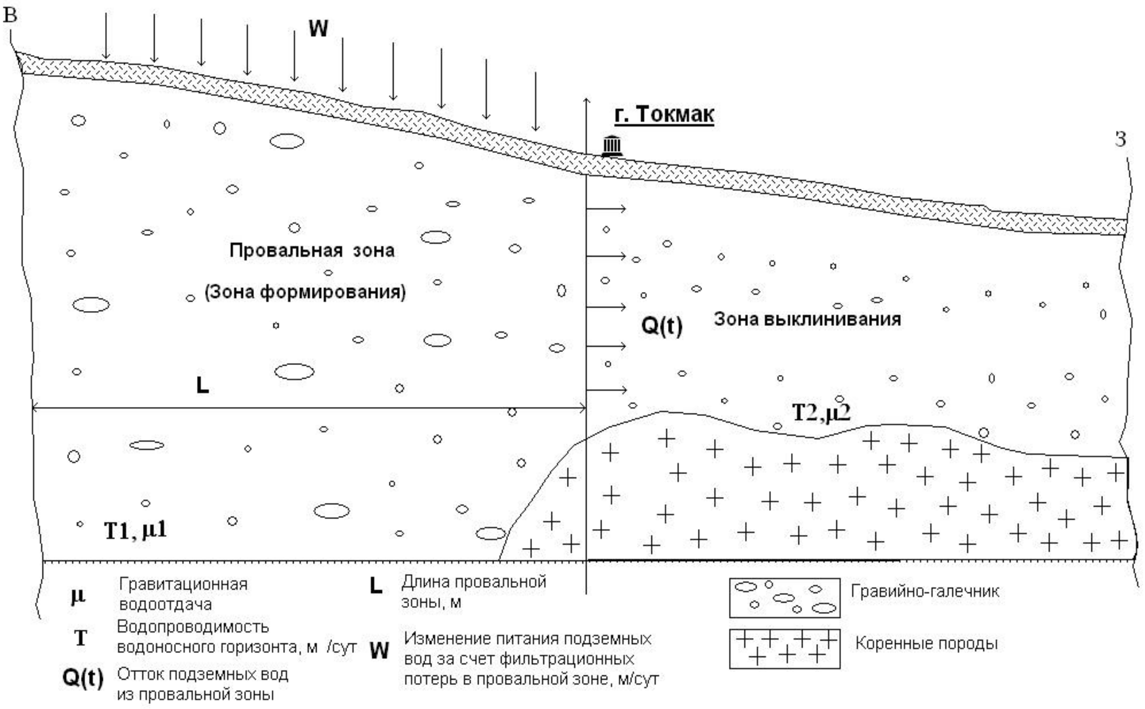
ΔQN	- Чүй дарыясынын жемирилген чөлкөмүндөгү жоготуулардын өзгөрүү чоңдугу, м^3/күн;
$a=\frac{T}{\mu}$	- деңгээл өткөргүчтүк, м^2/күн;
t	- чыпкалоочу жоготуулардын өзгөрүү учурунан баштап убакыттын мезгили, күн.
T	- катмардын суу өткөргүчтүгү, м^2/күн



1-сүрөт. Чүй өрөөнүнүн жер алдындагы сууларынын талылуулугунун схемалык картасы



11-сүрөт. Чүй дарыясынын «жемирилген» чөлкөмүнүн схемалык картасы



12-сүрөт. 1-чыпкалоочу моделге карата чыпкалоо схемасы

$$\tau = \frac{a \cdot t}{L^2}$$

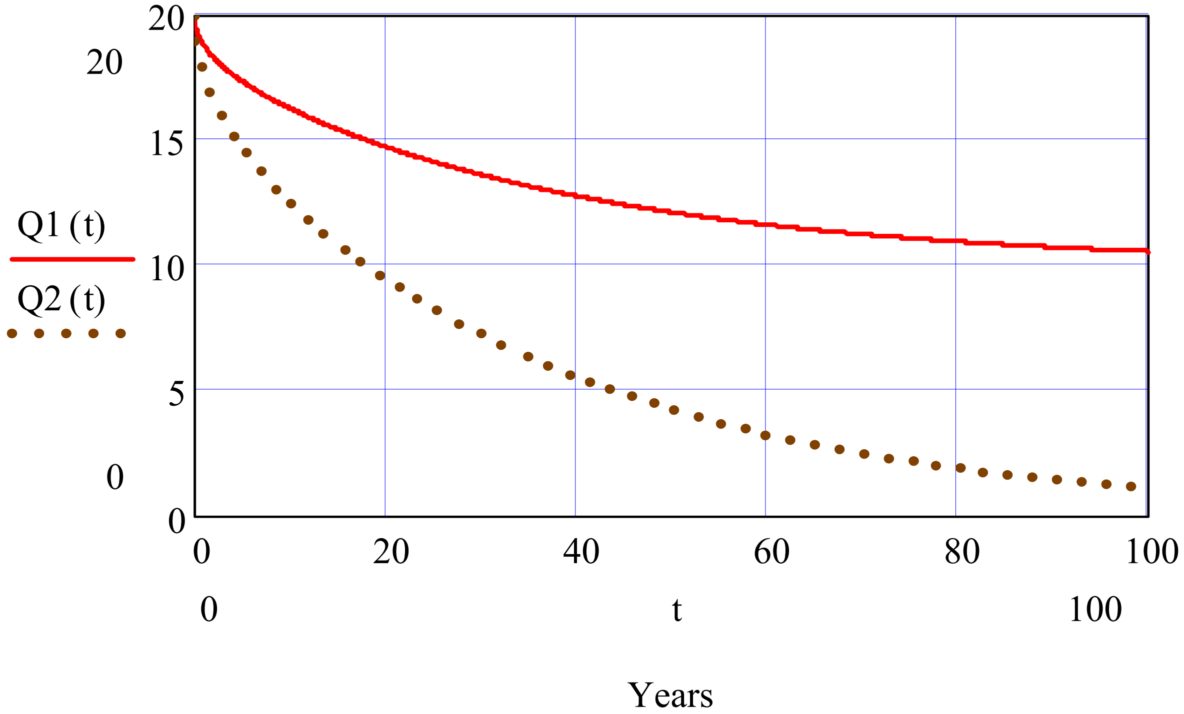
Чүй дарыясынан жоготуулардын өзгөрүүлөрүн ылдыйда жайгашкан шарттамдык скважиналардын маалыматтары боюнча баалоо үчүн калыптануу жана чыгуу чөлкөмдөрүнүн чек арасындагы (Токмок шаарынын алдындагы) жер алдындагы суулардын өзгөрүүлөрүн баалоо зарыл. Бул үчүн (6.1) көз карандылыгы колдонулган.

Каралып жаткан аймакта жүргүзүлгөн гидрогеологиялык изилдөөлөрдүн натыйжалары боюнча, гидрогеологиялык параметрлердин төмөнкү маанилери алынган, В. М. Шестаков (1980):

$$T = 10000 \text{ м}^2/\text{сут}, \ \mu = 0.18, \ L = 43200 \text{ м}$$

Жемирилген чөлкөмдөгү чыпкалоочу жоготуулардын типтүү мааниси 20 $м^3/с$ (1728000 $м^3$/күн). 2 учур каралган – жоготуулар 10 $м^3/с$ кыскартылган жана жоготуулар нолго чейин жеткирилген (20 $м^3/с$ кыскартуу). Эсептөөлөрдүн натыйжалары 13-сүрөттө графикалык түрдө берилген.

Эсептөөлөр чыпкалоочу жоготууларды кыскартуу чыгуу чөлкөмүнө агып келүүнүн азаюусуна алып келерин көрсөтүшөт, бирок бул көп жылдан кийин болуп өтөт. Чыгуу чөлкөмүнө агып өтүү 20 жылдан кийин гана чыпкалоочу жоготуулардын азаюу көлөмдөрүнүн 50 %ына барабар болгон чоңдукка азаят. Ошентип, төмөндө жайгашкан чыгуу чөлкөмүнүн скважиналары боюнча чыпкалоочу жоготуулардын өзгөрүүсүн баалоо кечигүүнүн узак мезгилинен улам келечексиз.



13-сүрөт. Чүй дарыясынын жемирилген чөлкөмүнөн чыпкалоочу жоготууларды азайтууда жер алдындагы суулардын агып өтүүсүнүн өзгөрүүсү (Q1(t) – жоготууларды 10 м^3/с кыскартуу; Q2(t) – жоготууларды 20 м^3/с кыскартуу)

2-моделде (Чүй дарыясынын нугуна перпендикулярдуу жер алдындагы суулардын агымы), 14-сүрөт, Чүй дарыясынын алдындагы чек аралык шарт (x = 0 болгондо) мезгилден көз каранды да төмөнкү түргө ээ болот:

$$S(0,t) = v \cdot t \tag{6.1}$$

Бул өндүү маселелер суу сактагычтардын жер алдындагы суулардын деңгээлдерине таасирин эсептөөгө колдонмолуу С. К. Абрамовдун (1960), В. М. Шестаковдун (1965) эмгектеринде каралган. Биздин учурда жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин өзгөрүүсү төмөнкү көз карандылык боюнча эсептеле алат:

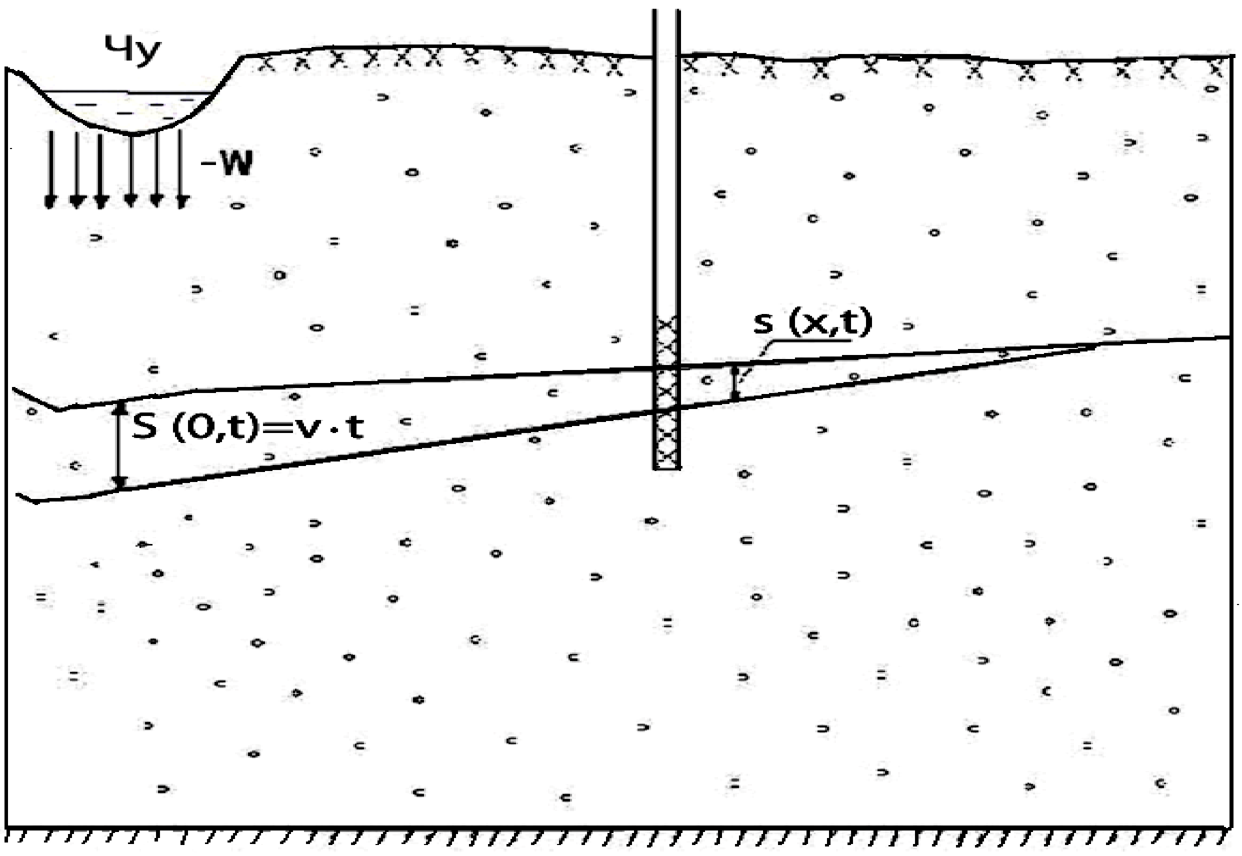
$$S(x,t) = \frac{w}{\mu} \cdot t \cdot \left[\left(1 + 2 \cdot \lambda(x,t)^2\right) \cdot \mathrm{erfc}(\lambda(x,t)) - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \lambda(x,t) \cdot \exp\left(-\lambda(x,t)^2\right) \right], \tag{6.2}$$

мында **S(x,t)** – **t** учурунда, Чүй дарыясынан **x** аралыкта жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөөсү.

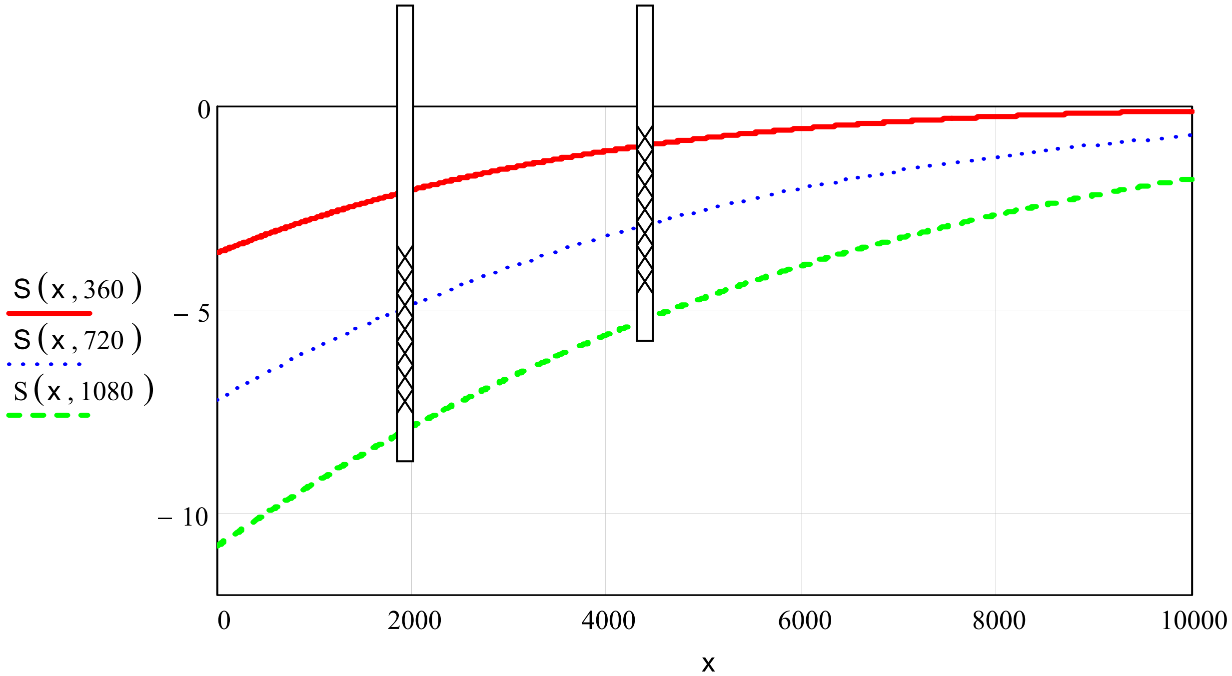
$$\mathrm{erfc}(\lambda) = \frac{2}{\pi} \cdot \int_{\lambda}^{\infty} \exp\left(-x^2\right) dx \qquad \lambda(x,t) = \frac{x}{2 \cdot \sqrt{a \cdot t}}$$

W – дарыядан жоготуулардын эсебинен азыктануунун өзгөрүүсү, м/күн.
Калган туюнтмалар мурдагы эле.

Деңгээлдин төмөндөөсүнүн максималдуу ылдамдыгы W/μ. Деңгээлдин төмөндөө ылдамдыгы боюнча дарыянын сызыгында дарыянын нугуна перпендикулярдуу жаактар боюнча жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин төмөндөө



14-сүрөт. 2-чыпкалоочу моделге карата чыпкалоо схемасы



15-сүрөт. Азыктануунун каралып жаткан азаюусу мерчеминде жер алдындагы суулардын деңгээлдеринин күтүлүүчү максималдуу төмөндөөлөрүнүн таралуусу

түрдүү учурларында дарыядан ар кыл аралыктарда күтүлүүчү деңгээлдердин төмөндөөлөрүн эсептөөгө болот, 15-сүрөт.

6-баптын алкагында жүргүзүлгөн чалгындоочу эсептөөлөр төмөнкү тыянактарды жасоого жол беришти:

А) Чүй дарыясынан чыпкалоочу жоготуулардын таасиринен «кескин деформация чөлкөмүнүн» таралуусун эске алып, 11-сүрөттө көрсөтүлгөн байкоо жүргүзүүчү скважиналардын 2 жаагынын кызмат өтөөсүн уюштуруу сунушталат. Ар бир жаак 3 скважинадан турат: биринчиси – Чүй дарыясына түздөн-түз жакындыкта, экинчиси – 2 километрче түштүктө, үчүнчүсү – экинчисинен 3 километрче түштүктө. Чыгыш жаактын үчүнчү скважинасы азыркы мезгилде иштеп жатат, анын номери 1085 (ККГГЭнын скважинасы).

Б) ККГГЭнын № 1129 жана 1178 скважиналары боюнча байкоо жүргүзүүлөрдүн ченемдүү шарттамын калыбына келтирүү зарыл. Алар Боролдой көпүрөсүнүн жанынан орун алышкан, 2000-жылы байкоо жүргүзүүлөр токтотулган, 2012-жылы ченөөлөр калыбына келтирилген, бирок алардын ишеничтүүлүгү күмөн жаратат. Эскерилген скважиналар боюнча маалыматтар жемирилген чөлкөмдүн башындагы нук алдындагы агымдын өзгөрүүсүн баалоого жол беришет.

В) Байкоо жүргүзүүлөрдүн жол берилүүчү жыштыгы – айына 1 жолу. Байкалган маалыматтардын мүнөзү, алардын жыйынды эмгек талаптуулугун маанилүү көбөйтүүчү кыйла көп байкоо жүргүзүүлөрдүн пайдасыздыгын көрсөтүшөт.

Г) Шарттамдык байкоо жүргүзүүлөрдүн ишеничтүүлүгүн жогорулатуу үчүн Боролдой көпүрөсүндөгү гидрокүзөттү калыбына келтирүү зарыл. Шарттамдык маалыматтарды талдоо Чүй дарыясынын каралып жаткан бөлүгүнүн нуктук теңдеми менен тастыкталууга тийиш.

ТЫЯНАКТАР

Диссертациялык иштин негизги илимий натыйжалары төмөнкүдө камтылган:

1. Кыргызстандын тоо арасындагы өрөөндөрүнүн өзгөчөлүктөрүнө багыт алган дренаждык тутумдардын кургатуучу иш-аракетин негиздөөгө жана эсептөөлөргө карата колдонмолуу бир катар жаңы усулдар менен чен-өлчөмдөр иштелип чыккан. Ал өзгөчөлүктөрдүн ичинде:

– кургатылуучу аймактардын катмарлуу түзүлүшү;

– жер алдындагы суулардын буулануусунун маанилүү таасири жана анын алардын жатуу тереңдигинен көз карандылыгы;

– жер алдындагы суулардын калыптануу чөлкөмүнөн чыгуу чөлкөмүнө өтүүсүндө төртүнчүлүк чөкмөлөрдүн суу өткөргүчтүгүнүн кескин азаюусу.

Иштелип чыккан усулдар горизонталдуу дренажды эсептөөлөрдө катмарлуу суулуу тереңдикти схематизациялоону негиздөөгө, чыпкалоо моделдеринде жер алдындагы суулардын буулануусун эсепке алуунун ишеничтүүлүгүн жогорулатууга, Чүй өрөөнүнүн калыптануу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардан ко-

шумча суу алуунун жана сугатты кайра куруунун чыгуу чөлкөмүндөгү жер алдындагы суулардын деңгээлдерине таасирин сандык баалоого багытталган.

2. Катмарлуу суулуу мейкиндиктеги дренаждык скважина жөнүндө милдеттин, скважинадан түрдүү аралыктардагы жер алдындагы суулардын буулануу инверсиясынын түрдүү мүнөзүн эске алуучу жаңы чечилиши алынган. Буулануунун инверсиясынын ар кыл мүнөздөгү чөлкөмдөрүнүн чек аралары күн мурун белгисиз жана маселени чечүү жараянында аныкталышат. Бул өңдүү чечилиштер орус тилдүү дагы, англис тилдүү дагы гидрогеологиялык адабияттардын мезгилдүү жана башка басылмаларында жок. Жаңы көз карандылыктарды алуу зарылдыгы каралып жаткан аймактардын климатынын ариддик мүнөзү менен шартталган.

3. Кыргызстандын шарттары үчүн биринчи жолу Бишкек шаарынын түндүк бөлүгүнүн көп катмарлуу чыпкалоо моделинде дренаждык модулдун божомолдук өзгөрүүсү изилденген. Баштапкы учурда дренаждык модуль жер алдындагы суулардын деңгээлдерин турукташтыруудан кийинкиге караганда 2-3 эсе чоң. Дренаждык тутумдарды долбоорлоодо ушул майнапты эске алуу зарыл.

4. Борбор Азиянын тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн типтүү болгон катмарлуу түзүлүштөгү суулуу мейкиндиктердин табигый талылуулугун баалоо үчүн гидрогеологиялык факторлорду комплекстүү (кыйла объективдүү) эсепке алуу усулу иштелип чыккан. Диссертациялык иште сунушталган суулуу мейкиндиктин талылуулугуна гидрогеологиялык шарттардын таасирин баалоого карата мамиле гидрогеологиялык тутумдун жер алдындагы суулардан суу алууга «жообун» талдоого негизделген, ал алардын булганууга дуушарлангандыгын мүнөздөйт. Талылуулуктун комплекстүү чен-өлчөмү катары, суу алууну эксплуатациялоо чакырган үстүдөн агып келүүнүн, анын жалпы дебитине (**Ψ** чен-өлчөм) катышы сунушталат. Айрым чөлкөмдөрдө **Ψ** чоңдугун талаа экспериментине таянып (көптөгөн байкоо жүргүзүүчү скважиналары жана пьезометрлери бар бирикмеге таандык тажрыйбалык сордуруу) аныктоого болот. Кыйла реалдуу жол – бүткүл каралып жаткан аймак боюнча «виртуалдык» скважиналардын жана суу алуулардын иштөөсүн моделдөө, **Ψ** тиешелүү маанилерин эсептөөлөр жана изилденип жаткан аймакты тиешелүү чөлкөмдөргө бөлүштүрүү.

Алынган натыйжалар Борбор Азиянын типтүү табияттык жана гидрогеологиялык шарттары бар башка тоо арасындагы өрөөндөрү үчүн да колдонула алат.

Диссертациянын темасы боюнча жарыяланган эмгектердин тизмеси

1. Litvak, R. G. Groundwater Environment in Bishkek, Kyrgyzstan [Text] / R. G. Litvak, E. I. Nemaltseva, G. M. Tolstihin // Groundwater Environment in Asian Cities: Concepts, Methods and Case Studies. – Elsevier. – Printed in United Kingdom, 2015. – Chapter17. – P. 383-412.

2. Litvak R. G. Trends of Irrigation Development in the Kyrgyz Republic Within the Context of Climate Change [Текст] / R. G. Litvak, E. I. Nemaltseva, I. V. Poddubnaya //Book: Climate Change and its Effects on Water Resources: NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security 3. –Springer. – Printed in the Netherlands, 2011 – P. 175-184.

3. Litvak, R. G. Groundwater vulnerability assessment for intermountain valleys using Chu Valley of Kyrghyzstan as example [Text] / R. G. Litvak, E. I. Nemalseva, B.

L. Morris // Groundwater and Ecosystems: Nato Science Series. – Springer, – Printed in the Netherlands, 2006. – P. 107-120

4. Morris B. L. Assessing the extent of induced leakage to an urban aquifer using environmental tracers: an example from Bishkek, capital of Kyrgyzstan, Central Asia [Текст] / B. L. Morris, W. G. Darling, D. C. Gooddy, **R. G. Litvak,** I. Neumann, E. I. Nemaltseva, I. V. Poddubnaia // Hydrogeology Journal. Springer. –2006. – Volume 14. –Number 1-2, January. –P. 225-243.

5. Morris, B. L. Evolution of Developing City Groundwater Protection Policies Kyrghyzstan [Текст] / B. L. Morris, **R. G. Litvak**, K. M. Ahmed. // Stakeholder Consultation Case Studies In Bangladesh and Kyrghyzstan in Procs of IAH 32 and ALHSUD 6 Congress, 21-25 October 2002 -Mar del Plata -Argentina –P. 11

6. Morris, B. L. Urban groundwater protection and management: lessons from developing cities in Bangladesh and Kyrghyzstan [Текст] / B. L. Morris, **R. G. Litvak**, K. M. Ahmed. // NATO Science Series:, IV Earth and Environmental Sciences. –Printed in the Netherlands, 2002. –Vol.8. – P. 77 – 102.

7. Литвак, Р. Г. Оценка естественной уязвимости водоносных горизонтов в условиях межгорных долин на примере Чуйской долины Кыргызстана [Текст] / Р. Г. Литвак // Наука и инновация (*научный журнал*): серия геологических и технических наук, Таджикский национальный университет. –2018. –№ 3, – С. 3-12.

8. Литвак, Р. Г. Расчеты понижений уровней грунтовых вод от действия скважин вертикального дренажа в условиях аридного климата [Текст] / Р. Г. Литвак // В сборнике Института Водного Хозяйства Грузии. –2012. – №66. –С.139-142.

9. Рекомендации по использованию методов оперативного прогноза мелиоративного состояния земель с учетом изменения эксплуатационных характеристик крупных гидромелиоративных систем [Текст] / **Р. Г. Литвак**, А. У Усманов. и др. // Рассмотрены и одобрены секцией Ученого Совета мелиорации и водохозяйственных проблем САНИИРИ (протокол № 10 от 29 марта 1985 г.). САНИИРИ, – Ташкент, 1985, –116 с.

10.Литвак, Р. Г. Обоснование схем мониторинга трансграничных подземных вод Чуйской долины Кыргызстана [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И. Немальцева // Вестник Кыргызского аграрного университета. – 2018. –№2(47). – С. 269-274

11.Литвак, Р. Г. Испарение грунтовых вод и расчеты систем горизонтального дренажа в условиях межгорных долин центральной Азии [Текст] / Р. Г. Литвак. - Интернет журнал ВАК Кыргызской Республики, –2015. –№ 1. –9 с.

12. Литвак, Р. Г. Схематизация слоистой водоносной толщи при расчетах горизонтального дренажа в условиях межгорных долин Кыргызстана [Текст] / Р. Г. Литвак // Интернет журнал ВАК Кыргызской Республики. – 2013. – № 2. – 8 с.

13. Litvak, R. G Trends of Irrigation Development in the Chu Valley within the Context of Shortage in Surface Water Resources [Текст] / R. G. Litvak, E. I. Nemaltseva, I. V. Poddubnaya // The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution: AASA Regional Workshop, – Бишкек, 2011. – С. 79-84.

14. Литвак, Р. Г. Количественный анализ причин подтопления подземными водами орошаемых территорий канала «Савай» [Текст] / Р.Г Литвак, Е.И Немаль-

цева, И.В. Поддубная // Проблемы обеспечения продовольственной безопасности государств – участников СНГ: национальный и международный аспекты: Мат. межд. конф. 18-19 мая. –Бишкек, 2011. – С 40-45.

15. Литвак, Р. Г. Расчеты вертикального дренажа в межгорных долинах Кыргызстана с учетом неоднородной инверсии испарения грунтовых вод [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И. Немальцева // Вестник Кыргызского аграрного университета. – 2008. –№1(9). – С. 178-182.

16. Литвак, Р.Г. Возможности регулирования баланса подземных вод межгорных впадин водохозяйственными мероприятиями в предгорной зоне [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И Немальцева, Е. Г. Попова // Материалы международной конференции “Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке”, Международный университет Кыргызстана, – Бишкек, 1996. – С. 569-570.

17. Литвак, Р. Г. Получение аналитический зависимости изменения оттока от изменения питания подземных вод в зоне формирования межгорной впадины с помощью геофильтрационной модели [Текст] / Р. Г. Литвак., Е. И. Немальцева // В сб. “Вопросы разработки и эксплуатации автоматизированных гидромелиоративных объектов” – ВНИИКАМС. Фрунзе, 1990. – С. 57-60

18. Литвак, Р. Г. Применение геофильтрационного моделирования для разработки рациональных схем водозаборов подземных вод мелиоративно-ирригационного назначения [Текст] / Р. Г. Литвак // Материалы научно-практической конференции. (Геологическая служба Киргизии). – Фрунзе, Илим, 1990. – С. 195-198

19.Литвак, Р. Г. Обоснование применимости аналитических расчетов для оценки изменений оттока подземных вод из зоны формирования в зону выклинивания [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И. Немальцева, С. Д Бурмин // сб науч. тр. ВНИИКАМС: Технология, механизация и автоматизация орошения. – Фрунзе, 1987. – С.29-35 с.

20.Литвак, Р. Г**.** Совместное моделирования фильтрации подземных вод зон формирования и выклинивания межгорных впадин [Текст] / Р. Г. Литвак, О. Т. Андронова // В сб научных статей. “Вопросы автоматизации процессов водораспределения и полива в мелиорации. –Фрунзе, 1986, с. – С.108-113.

21. Литвак, Р. Г. Представление взаимосвязи грунтовых вод с поверхностными и с зоной аэрации на геофильтрационных моделях Чуйской впадины [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И. Немальцева, С. А. Зубченко // В сб. “Вопросы технологии и автоматизации водораспределения”, ВНИИКАМС –Фрунзе, 1985. – С. 30-36.

22. Litvak R.G., Trends of Irrigation Development in the Kyrgyz Republic within the Context of Climate Change //Climate Change and its Effect on Water Supplies – Issues of National and Global Security. Izmir/ 01-04 september 2010, С. 24-25.

23. Litvak, R. G**.** Problems of groundwater protection in intermountain valleys and possibilities for solving these ones. Groundwater and Ecosystems. [Text] / R. G. Litvak, E. I. Nemalseva, B. L. Morris // Advanced Research Workshop 5-7 September. – Canakale, Turkey. 2005. – P. 15-16

24. Литвак Р. Г. Система автоматизированной оценки ресурсов поверхностных и подземных вод Кыргызской Республики» [Текст] / Р. Г Литвак, Е. И Немальцева, И. В. Поддубная, B. L., Е. П. Сахваева // Водный баланс, ресурсы по-

верхностных и подземных вод: Мат. VI Всероссийского гидрологического съезда, Секция 3. –С-П. Гидрометеоиздат. – 2004. – С. 51-52

25. Литвак Р. Г. Оценка естественной защищенности подземных вод Чуйской долины Кыргызской Республики от загрязнения [Текст] / Р. Г Литвак, Е. И Немальцева, И. В. Поддубная, B. L. Morris // Гидрологические и водохозяйственные расчёты: Мат. VI Всероссийского гидрологического съезда, Секция 5. – С-П, Гидрометеоиздат. –2004. – С. 106-107.

26. Литвак, Р. Г. Борьба с опустыниванием орошаемых земель установлением рациональных водных балансов подземных вод в условиях межгорных впадин Средней Азии [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И. Немальцева, Е. Г Попова // В сб. "Национальный семинар по борьбе с опустыниванием земель в Кыргызстане", – Бишкек, 1997. –С. 74-80.

27.Литвак, Р. Г. Прогнозирование влияния реконструкции орошения в предгорной зоне на режим и баланс подземных вод нижележащих территорий межгорных впадин [Текст] / Р. Г Литвак, С. Л Бурмин // Совершенствование автоматизации оросительных систем: Мат. Всес. научно-технической конференции. 23-25 июня 1987 г., г. - Херсон, М. – 1987. -С. 31-33

28. Литвак, Р. Г**.** Методика и результаты совместного моделирования фильтрации подземных вод зон формирования и выклинивания межгорных впадин [Текст] / Р. Г. Литвак, О. Т. Андронова // Материалы VIII межреспубликанской конференции молодых ученых. –Фрунзе, "Илим" 1986, с. – С.126-127.

29. Литвак Р. Г. Автоматизированный расчет испарения грунтовых вод на орошаемых территориях и его точность [Текст] / Р. Г. Литвак, Е. И Немальцева, // Автоматизация водораспределения на оросительных системах в целях экономии и охраны водных ресурсов: Мат. Всесоюзного научно-технического совещания. – Фрунзе, ВНИИКАМС. –1984. С. 12-14.