

ДАМХЎЖА СУВ ОЛИШ ИНШОАТИ ҲУДУДИНИНГ ГЕОФИЛЬТРАЦИЯ ЖАРАЁНЛАРИНИ МОДЕЛЛАШ ДАСТУРИЙ МАЖМУИ

Хабибуллаев Иброхим

Тошкент Молия Институтини “Статистика ва эконометрика” кафедраси профессори, т.ф.д.

Юсупов Рустам Абдимуродович

Тошкент ахборот технологиялари университети,

“Компьютер тизимлари” кафедраси катта ўқитувчиси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7392167>

Аннотация. Мақолада сув олиш ҳудудини геофилтрация жараёнларини моделлаш, сонли ечиш алгоритмларини қуриш ва дастурий воситалар асосида аҳолисини сифатли ичимлик суви билан таъминлаш масаласи ўрганилган ва тадқиқ қилинган. Гидрогеологик шарт-шароитлари ўзгариши, ер ости ва ер усти сувлари билан ўзаро боғланишларини ҳисобга олган ҳолда дарё суви сатҳи, сув ресурсларидаги ўзгаришларни аниқлаш яратилган дастурий восита асосида кўп сонли ва самарали ҳисоблаш эксперименти ёрдамида амалга оширилган бўлиб, ер ости суви конининг заҳираларини янада кўпайтириш, камайиб кетишни олдини олиш масалалари муҳокама қилинган.

Калит сўзлар: Ер ости сувлари, геофилтрация модели, дастурий мажмуа, ҳисоблаш эксперименти.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ЗОНЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСБОРНОГО СООРУЖЕНИЯ

Аннотация. В статье изучена и исследована задача моделирования геофилтрационных процессов района водозабора, построения алгоритмов численного решения и обеспечения населения качественной питьевой водой на основе программных средств. Определение изменений уровня речной воды, водных ресурсов с учетом изменения гидрогеологических условий, подземных и поверхностных вод осуществлялось с помощью большого количества эффективных вычислительных экспериментов на основе созданного программного средства, обсуждались вопросы увеличения запасы и предотвращения истощения месторождения подземных вод.

Ключевые слова: Подземные воды, геофилтрационная модель, программный комплекс, вычислительный эксперимент.

SOFTWARE COMPLEX FOR MODELING GEOFILTRATION PROCESSES OF THE DOMESTIC WATER ABSTRACTION FACILITY AREA

Abstract. In the article, the problem of modeling geofiltration processes in the water intake area, constructing numerical solution algorithms and providing the population with high-quality drinking water based on software has been studied and investigated. The determination of changes in the level of river water, water resources, taking into account changes in hydrogeological conditions, groundwater and surface water, was carried out using a large number of effective computational experiments based on the created software, issues of increasing reserves and preventing depletion of groundwater deposits were discussed.

Keywords: Groundwater, geofiltration model, software package, computational experiment.

Жаҳонда кўплаб илмий тадқиқотлар ва ҳисоблаш-экспериментлари геофилтрация жараёнларини ҳар томонлама тадқиқи асосида аҳолининг ичимлик сувига бўлган талабларини қондириш, гидротехник иншоотлар куриш, ер ости сувлари захираларини баҳолаш, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, ҳудудларни сув тошқинидан ҳимоялаш ҳамда мавжуд гидрогеологик шароитларни тўғри аниқлаш зарурлигини кўрсатмоқда. Шу сабабли сув олиш иншоотлари асосида ичимлик суви манбаининг чучук сув ресурслари турли хил шарт шароитлари ўзгариши, ер ости гидросфераси ҳолатини ўрганишга ва ер ости сувларидан самарали фойдаланишда геофилтрация жараёнларини математик моделлаш, дастлабки ахборот массиви, маълумотлар базаларини тузиш ҳамда улардан фойдаланиш, автоматлаштирилган ўлчов мониторингини юритиш усулларини такомиллаштириш жуда ҳам долзарб масалалардан ҳисобланади.

Ер ости сувларининг геофилтрация жараёнлари тавфсилотлари ва хусусиятларини моделлаш асосида ўрганиш бўйича Ч.Тейс, Ч.Джейкоба, Л.Лукнер, В.А.Мироненко, В.М.Шестаков, А.А.Самарский, Н.Н.Веригин, Л.С.Язвин, Б.В.Боревский, И.К.Гавич каби чет эл олимлари, шунингдек, Ф.Б.Абуталиев, У.У.Умаров, Р.Н.Усмонов, Ж.Х.Джуманов, И.Н.Грачева, П.П.Нагеевич каби ватандош олимлар ер ости суви олиш ҳудудида геофилтрацион моделлаш тадқиқотлар олиб борган [2, 4].

Республикамиз мустақилликка эришганидан сўнг ўрганилаётган ҳудуд бўйича сув хўжалиги фаолиятининг ўзгариши туфайли ишлатилаётган Зарафшон воҳаси ҳозирги ер ости суви қонида геофилтрация жараёнлари ва фаолиятидаги Дамхўжа сув олиш иншооти ҳудудида геология-қидирув ҳамда кўшимча филтрация тажриба-синаш, математик моделлаш ишлари асосида “Дамхўжа сув олиш иншоатининг мукамал сув олиш қобилиятини модель бўйича баҳолаш” – каби фикр, ғоявий масалалар мақсадга кўра объектив воқеликка мослик муносабатлари ифодаланди [1, 3].

Ушбу тадқиқотда сув оқимининг гидрогеодинамик номукамаллиги параметрларини асосланиши, ўрганилаётган ҳудудни гидрогеологик шароитларини геофилтрацион схемалаштириштирилиши ва математик моделнинг сонли ечимлари [2, 8] тадқиқотларда келтирилган бўлиб, мазкур ишда Дамхўжа сув олиш иншооти ҳудудидаги геофилтрация жараёнларини моделлаштиришнинг дастурий мажмуи ҳақида фикр юритилади.

АСОСИЙ ҚИСМ

Яратилган дастурий восита MS Windows операцион тизимида Delphi муҳитида амалга оширилган. Дастурни ишга туширишда майдоннинг табиий гидродинамик шароитларини тавсифловчи рақамли моделни тузиш учун Зарафшон гидрогеологик станцияси маълумотлари асосида тадқиқот объектини гидрогеологик схемалаштириш амалга оширилди ва турли йилларда сув олиш иншооти ҳудуди бўйича ости сув сатҳи амплетудаси ҳамда ҳаракатланиш йўналиши, оқим тезлиги ўзгаришини аниқлашида бир қатор ҳисоблаш тажрибалари ўтказилди.

Дастлаб, сув баланси бўйича кировчи ва чиқувчи қийматлар, режага кўра тақсимланган. Ушбу жараёнда, қирқимда ва текислик бўйлаб ер ости сувлари сатҳининг катта қияликлари бўлган турли қалинликдаги кўп қаватли ғовак муҳитлардаги қатлам билан ифодаланганлиги сабабли, аэрация ҳудуди ва қуйи оқим бўйича моделга қабул

килинган, натижада қатлам босимсиз бўлиб, эркин сув сатҳи устки қатламни ифодалаган [7,9]

Режалаштирилган сув олиш иншоатининг эксплуатация жарёнидаги имкониятларини аниқлаш асосан тўртда тоифада қуйидаги схемалардаги каби моделларда амалга оширилди.

Геология-қидирув тоифали яқка тартибдаги қудуқдан сув олиш жараёни;

Тажриба-синов сифатида сув олиш жараёнлари;

Тўдали (куст) гуруҳ қудуқлардан сув олиш жараёнлари;

Голереяли қудуқлардан сув олиш жараёнлари;

Дастурий мажмуи сув тутувчи қатламларда режалаштирилган филтрлаш схемасига нисбатан ишлаб чиқилган ва ушбу схема қуйидаги иккита гидрогеологик шарт-шартларга асосланади [3, 4]:

- ўтказувчан қатламларда вертикал сув сатҳининг доимийлиги тўғрисида Дюпюи бўйича;

-сув ажратувчи қатламларда филтрлашнинг вертикал табиати ҳақида Мятиев-Гиринский бўйича.

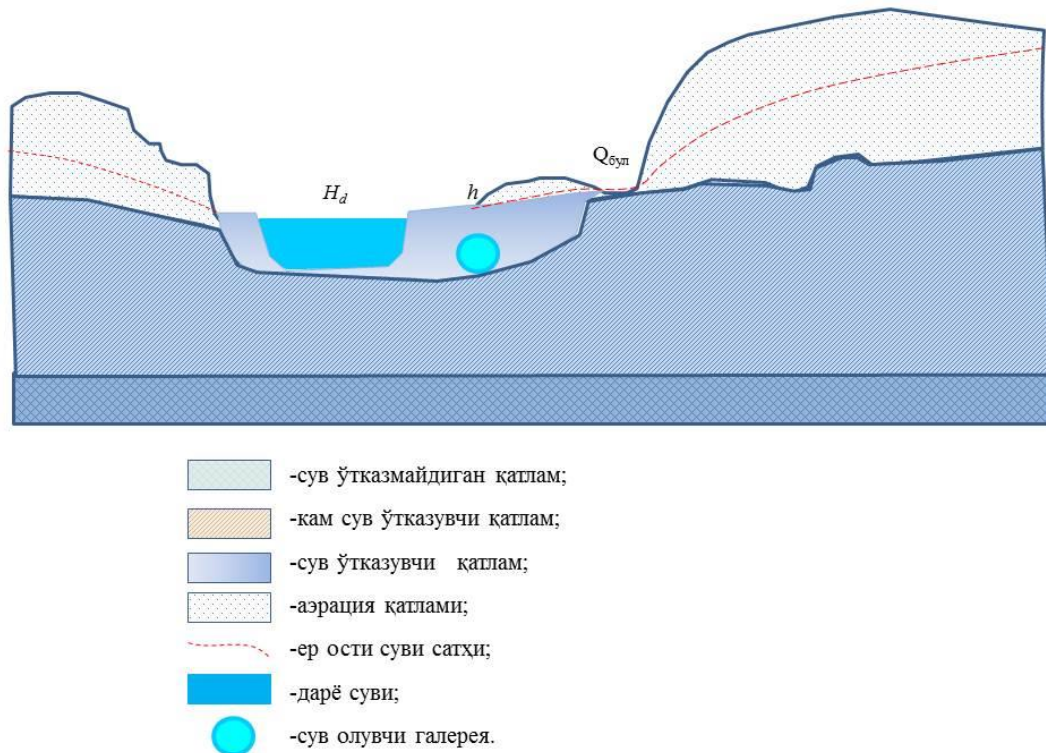
Бу шартларда алгебраик тенгламалар тизимини ечиш алгоритмларидан фойдаланади [5, 6], шунингдек, бу дифференциал тенгламалар геофилтрация жараёнларини чекли айирмалар схемаси ва тенгламалари билан яқинлаштириш натижасидир.

Олинган ечимни алгоритми тузилиб, дастурда фойдаланиш учун қулай шаклда ҳамда сув олиш иншоатлари ҳудудида қуйидаги сув сатҳини пасайиши ифодалари қўлланилди [4, 5]:

$$S = \frac{Q}{4\pi T} [W(u) + 2\zeta(\bar{r}, \bar{l}, \alpha, \beta)];$$

бунда, $T = k_1 m_1 + k_2 m_2$; $\bar{r} = r/m_1$; $\bar{l} = l/m_1$; $\alpha = k_1/k_2$; $\beta = m_2/m_1$.

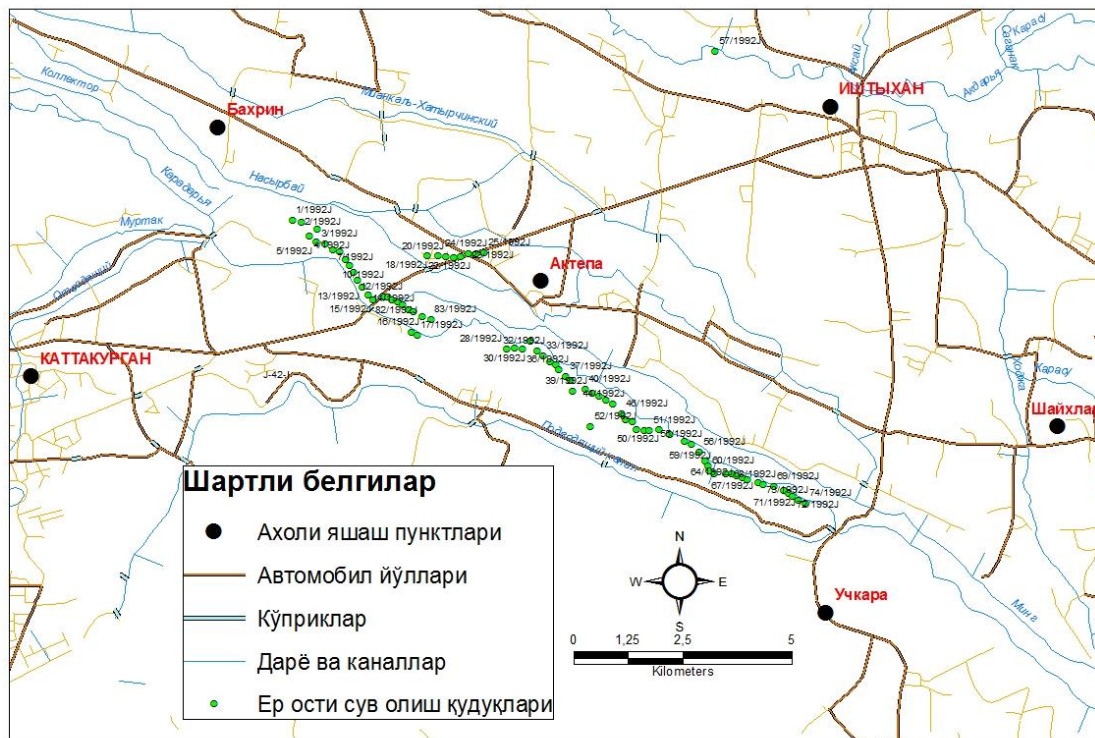
Белгиланган вазифаларни ҳал қилиш учун биринчи босқичда амалга оширилган тадқиқотлар доирасида маълум узунликдаги умумий тизимнинг бир қисми сифатида ишлаганда галереянинг ҳар 100 м да сув сатҳи ҳолатини баҳолаш учун моделлаштириш амалга оширилди. Шу асосда, яъни математик моделлаштириш орқали дарёнинг юқори оқимида галереянинг 200 м қўшимча қисмини қуришнинг галереянинг мавжуд бўлагига 100 м ча бўлган таъсири баҳоланди.



1-расм. Гидрогеологик қирқимда ер усити ва ер ости сувлари муносибатларининг гидрогеодинамик схемаси

Моделда дастур асосида тескари масалаларни ечиш жараёнида кузатув қудуқларидаги ҳақиқий сув сатҳлари (1-расм) ва назорат пунктларидаги ўлчов сатҳларининг ҳолатини солиштириб, модел калибрланди, галерея фрагментининг модели ва ҳақиқий сув сарфлари ўрганилди.

Башорат қилиш версияда галереянинг дарёдан 200 м юқорига "узайиши" ҳолати имитация қилинган. 300 метрли галереянинг 3 йиллик даврини моделлаштириш галереянинг 200 метр узунликдаги қисмини башоратлаш қилинган қисми томонидан ер ости оқимининг бир қисмини "тушиб кетиши" туфайли пасайган галереянинг мавжуд бўлагининг ишлашини баҳолашга имкон берди. Галереянинг тавсия этилган аллювиал тоғ жинсларидан иборат давоми бўйлаб тадқиқот ишлари билан конларнинг юқори қисмини батафсил синовдан ўтказгандан сўнг, 100 минг м³/кун ҳажмдаги эксплуатация захираларини қайта баҳолаш мақсадида иккинчи босқичда моделлаштириш амалга оширилди (2-расм).



2-расм. Ўрганилаётган соҳанинг ашёвий маълумотлари харитаси

Бу ҳолда ер ости сувларининг эксплуатацион захираларини қайта баҳолаш динамик сатҳ маълум бир чуқурликда 6,5-7,0 м гача пасайтириш шarti билан галереянинг оқишишни ҳисоблашгача қисқартирилди.

Фильтрация коэффициенти K_f , м/сут ғарбий қсимда 17-25, шарқий қсимда 75-110 ҳамда марказий қсимда 325-350 гача ўзгаради.

Бундай умумий моделда галереянинг аллювиал қатламларининг қалинлиги кўшилди, улар филтрларнинг лойқаланишини ва унинг силлиқлашини олдини олиш учун тақдим этилди. Ушбу қатламларнинг филтрлаш параметрлари фрагментни экспериментал синондан ўтказишда баҳоланди.

Ер ости сувлари ва дарё ўртасидаги боғлиқлик характери ўрганиш ва дарё тубининг фильтрация қаршилигини дастлабки баҳолаш. Моделлаштириш 3000 м * 500 м майдонга эга бўлган сув тошқини ва текислик устидаги терас I ҳудудини ордината ўқи бўйлаб 300 та катакчалар ва абсисса ўқи бўйлаб 50 та устунлар билан қамраб олди. Моделлаштириш учун минимал тўр панжара оралиғи галерея фрагменти жойлаштирилган майдонда 5 * 5 м, моделнинг ён томонларида максимал 10 * 10 м.

Модел дастлабки асос сифатида олинди, унинг шарқий ва шимолий контурлари бўйлаб ер ости сувлари сатҳининг пасайишига мос келадиган тўйинтириш шароитлари белгиланди; марказда - маълум параметрларга эга бўлган ёпик дренаж (трубадаги филтрлар ва тешиқларнинг ўтказувчанлигини тавсифловчи ўтказувчанлик коэффициенти) ва ўз навбатида сув йиғиш трубанинг мос келадиган нишаби; жанубий чегара бўйлаб - Қорадарёнинг инфилтрацион йўқотишлари, ундаги сатҳининг мавсумий ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда баҳоланди.

Дастур BoreHole деб номланиб, унинг ёрдамида галереяли ер ости сувларини олиш иншоатларида параболик типдаги масалаларни моделлаштириш асосида ечишда, яъни

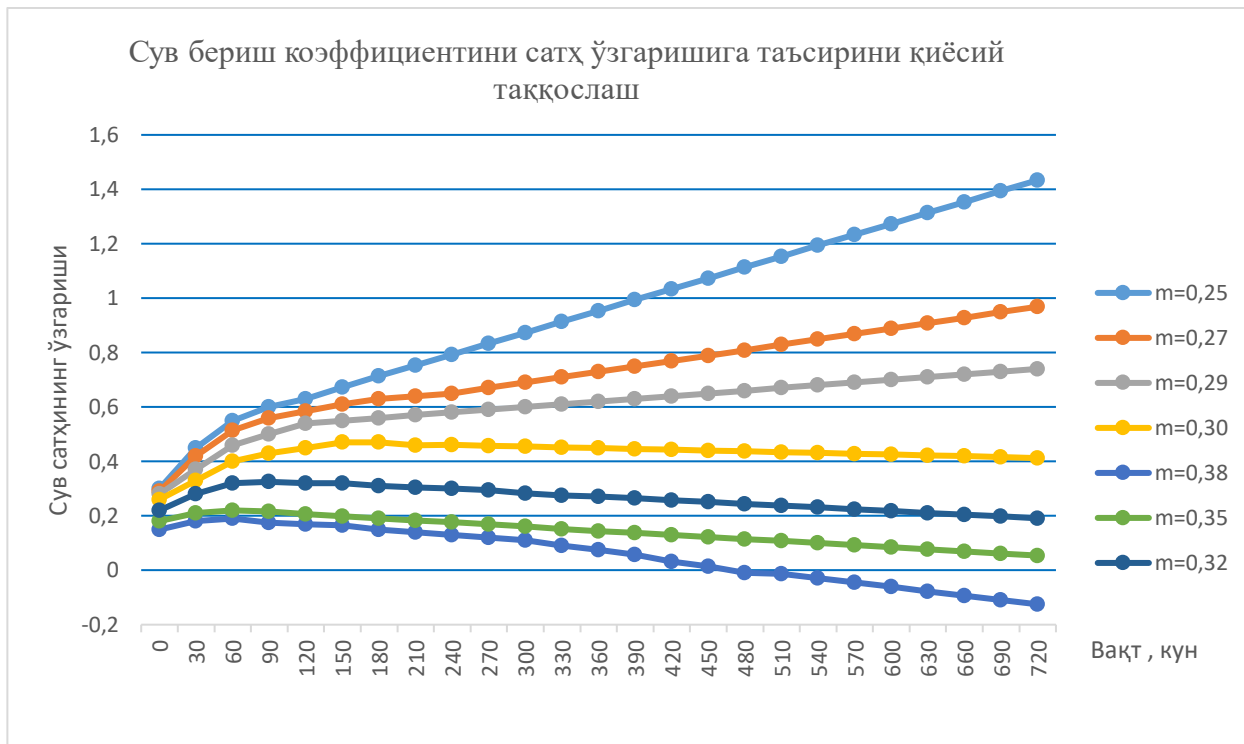
геофильтрация жараёнларининг амалий масалаларини ечишда, шунингдек гидрогеология соҳасида рақамли тадқиқотлар ўтказиш учун мўлжалланган. BoreHole _D қисм дастури MxN ўлчамли икки ўлчовли ахборот массивларни (InforDate) филтрлаш майдонига мос келадиган шаклда ўқийди, аниқ натижани олганлигини аниқлаш учун, сонли айирма майдони схемасига мос чоп этади, бу эса сатҳ ўзгариши таҳлилининг равшанлиги ва тезлигини оширади.

BoreHole _B қисм дастури (Water balance) сув балансни ҳисоблашни амалга оширади ва нотурғун масалаларини ҳал қилиш натижаларига чегара ҳудудида, дарё ва каналлар ҳамда скважинларни сув олиш дебитиға кўра маҳаллий балансни ҳисоблайди. Бундан ташқари, сиғимли сув захиралардан ташқари балансинг барча таркибий қисмларини ҳисоблаш учун нотурғун масалани ҳал қилишда мувозанат ва номувофиқликни аниқлашда фойдаланиш мумкин. BoreHole _K қисм дастури чизиқли бўлмаган масалани ҳал қилишда сув (coefficient filtering) сизилувчанлиги ва бу асосда сув ўтказувчанлигини қайта ҳисоблаш ҳамда сув тутувчи қатлам қалинлигини аниқлашда, ҳудудлар бўйича сизилиш коэффицентини аниқлашда фойдаланилади.

BoreHole _P қисм дастури нотурғун ва турғун бўлмаган тесқари масалаларни ҳал қилишда юқори горизонтнинг сув ўтказувчанлиги, инфилтрацияси ва сув йўқотилиши қийматларини тузатади. Дастурларни ишга тушириш ва трансляция қилиш учун дастур модуллари кутубхонаси (BoreHole _Lab) яратилади. Ушбу кутубхонада дастур (модул) ҳақидаги маълумотлар, яъни унинг номи, манзили сақланадиган таркиб мавжуд. Мундарижанинг мавжудлиги керакли модулни қидиришга сарфланган вақтни қисқартиради.

Ушбу дастурий мажмуа асосида сув ресурсларини ва сув балансини аниқлашда муҳим параметрлардан бири бўлган сув бериш коэффицентини (дала тадқиқотларига кўра $\mu = 0,20 - 0,38$ гача ўзгаради) модел асносида бир қатор нотурғун филтрация жараёнлари танланма усуллар вазибаларни ҳал қилиш натижасида сув бериш коэффицентини энг мукамал қиймати танланди (3-расм).

Сув бериш коэффицентини $\mu = 0,32, 0,35, 0,38$ қийматларида сув сатҳи манфий кўрсаткичларни кўрсатмоқда. Қиймати $\mu = 0,30$ бўлганда сув сатҳларнинг минимал оғишларини ва вақт фарқи бўйича сатҳнинг барқарор тебранишини кўрсатди, шунинг учун моделда 0.30 қабул қилинди.



3-расм. Сув бериш коэффициентини сатх ўзгаришига таъсири графиги

ХУЛОСА

Ушбу кластерли, галереяли ва ярусли сув олиш худудидан сув насослари асосида сув олинганда, гидрогеологик режим маълумотларни қайта ишлашда фильтрация ва сув ўтказувчанлик коэффициентлари, шунингдек, дарё тубининг филтрлаш қаршилиги моделда ҳисоб-тажриба ишлари амалга оширилди, захираларнинг дастлабки ҳисоб-китоби ушбу галереяли усул билан оқланди, улар ҳам захираларни якуний ҳисоблаш схемасига киритилади.

Модел ҳисоб-китоб ишларининг дастлабки натижаларини таҳлил қилганда маълум бўлдики, фақат сиртдан замонавий аллювиал тошлардан иборат биринчи нозик сувли қатлам ичимлик ва саноат суви аҳамиятига эга.

Қорадарё ер ости сувлари конини ўрганиш натижасида дарёлар зонасининг ҳозирги тўртламчи ётқизикларидаги сувли қатлам атрофлича ўрганилди. У қуйидагилар билан тавсифланади: ер ости сувлари сатҳи 0,8-1,0 м чуқурликда жойлашган; қатлам қуввати ер юзасидан 6,7-13,5 м, ер ости суви амплитудаси 1,5 м дан ошмайдиган; филтрлаш коэффициентини ўртача 200 м/кун; кудукнинг оқим тезлиги 19-45 л/с; хўжалик ичимлик сув сифати ГОСТ "Ичимлик суви" талабларига жавоб берди (хўжалик ичимлик сувнинг умумий минераллашуви 550 мг/л дан ошмайди).

REFERENCES

1. Ш. Мирзиёев. 2017 — 2021 йилларда ер ости сувлари захираларидан оқилона фойдаланишни назорат қилиш ва ҳисобга олишни тартибга солиш чора-тадбирлари тўғрисида. Ўзбекистон Республикаси Президентининг қарори, 04.05.2017 йилдаги ПҚ-2954-сон.
2. Джуманов Ж.Х., Юсупов Р.А., Ахролов Ш.С., Эгамбердиев Х.С., Исроилов У.Б. Сув хўжалик фаолияти ўзгарган шароитларда ер ости сувлари ҳаракатини математик

- моделлаш (Зарафшон воҳасининг Дамхўжа сув олиш иншоати мисолида). Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари. Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал. 2019. №4(10). – Б.132-136.
3. Айтматов Р., Мирюсупов Ф.М. Проведение доразведки эксплуатируемого месторождения Современной долина р. Зарафшана участкие действующего водозабора “Дамходжа” в связи с изменением водохозяйственных условий (II Дамходжинская ГГП на 2001-2003), Ташкент, 2001, Отчет ГГП “Узбекгидрогеология”.
 4. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: Наука, 1977, 410 с.
 5. Абуталиев Ф.Б. Численные решения системы дифференциальных уравнений в частных производных, ФАН.-Т 1972. 208 с.
 6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр.-М.: Физматлит, 2005. 320 с.
 7. Юсупов Р.А., Эгамбердиев Х.С., Ахролов Ш.С., Ишанходжаев О.А Ер ости сувлари геофилтрация жараёнларини моделлашнинг дастурий таъминотини ишлаб чиқиш. TATU xabarlari ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. 2020. №3(55). – Б.34-45.
 8. R.A. Yusupov, S.S. Akhralov, Kh.Egamberdiev, J.J. Jumanov. Geoinformation technologies and methods of mathematical modeling in hydrogeological research. InterCarto, InterGISVolume 26, 2020, Pages 240-2522020 International Conference on GI Support of Sustainable Development of Territories; Moscow; Russian Federation; 28 September 2020 до 29 September 2020.
 9. Юсупов Р.А., Айтметов Б., Ахролов Ш. Геоинформационные технологии и методы математического моделирования в гидрогеологических исследованиях. ЎЗМУ хабарлари. Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети илмий журнали.2021 3/1 Табиий Фанлар. – Б. 144-149.
 10. Sobir Kodirov, Jamoljon Djumanov Intra-annual surface runoff distribution of The Chatkal River in different watery years// Journal EDP Sciences. E3S Web of Conferences. 2021. Volume 264. Pages 01035.
 11. J. X. Djumanov, H.N. Zaynidinov, X. S. Egamberdiev, D.E. Eshmuradov. Mathematical Modeling of the Processes Formations of Stocks in Low Water Period (on the example of the Kitab-Shahrisabz aquifer). International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-8, June 2020.