

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR
BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.10.02 RAQAMLI ILMY KENGASH**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI**

HAMROQULOV JASURJON SAYLI O‘G‘LI

**SUG‘ORILADIGAN MAYDONLARDA DARYO GIDROLOGIK
REJIMINING YER OSTI SUVLARIGA TA‘SIRINI BAHOLASH
(QORASUV DARYOSI MISOLIDA)**

05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Содержание автореферата диссертации доктора
философии (PhD) по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of
philosophy (PhD) on technical sciences**

Hamroqulov Jasurjon Sayli o'g'li

Sug'oriladigan maydonlarda daryo gidrologik rejimining yer osti suvlariga ta'sirini baholash (Qorasuv daryosi misolida).....

3

Хамрокулов Жасуржон Сайли угли

Оценка влияния гидрологического режима реки на подземные воды в орошаемых территориях (на примере реки Карасув).....

18

Khamrokulov Jasurjon Sayli ogli

The impact assessment of the hydrological regime river in irrigated areas to groundwater resources (in example of Karasuv river).....

35

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ

List of published works.....

39

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMiy DARAJALAR
BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.10.02 RAQAMLI ILMiy KENGASH**

**“ TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY
TADQIQOT UNIVERSITETI**

HAMROQULOV JASURJON SAYLI O‘G‘LI

**SUG‘ORILADIGAN MAYDONLARDA DARYO GIDROLOGIK
REJIMINING YER OSTI SUVLARIGA TA‘SIRINI BAHOLASH
(QORASUV DARYOSI MISOLIDA)**

05.09.07 – Gidravlika va muhandislik gidrologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2025.1.PhD/T5499 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tiame.uz) va «ZiyoNet» Axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Fatxulloyev Alisher Mirzotilloevich texnika fanlari doktori, professor
Rasmiy opponentlar:	Ikramova Malika Raximberdiyevna texnika fanlari doktori, professor Oxunov Farruxjon Abduqahorovich geologiya-mineralogiya fanlari falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim
Yetakchi tashkilot:	Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti

Dissertatsiya himoyasi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.10.02 raqamli ilmiy kengashning «_____» _____ 2025 y. soat _____ dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 100000, Toshkent sh., Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. Tel. (+99871)-237-22-67, faks 237-54-79, e-mail: admin@tiame.uz.

Dissertatsiya bilan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (_____ raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil 100000, Toshkent sh., Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. Tel. (+99871)-237-19-45. e-mail: admin@tiame.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil « _____ » _____ kuni tarqatildi.

(2025 yil « _____ » _____ dagi № _____ raqamli reestr bayonnomasi).

A.T. Salohiddinov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

F.A. Gapparov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor

A.M. Arifjanov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash huzuridagi ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahon miqyosida global iqlim o'zgarishlari, demografik o'sish va iqtisodiy faollik ortishi bilan suv resurslariga bo'lgan talab keskin oshib bormoqda. Bu esa yer usti va yer osti suvlarini barqaror boshqarish, doimiy monitoringini yuritish va bashorat qilishning zamonaviy usullarini ishlab chiqishni talab etmoqda. Xususan, Geografik axborot tizimlari (GAT) va masofaviy zondlash (MZ) texnologiyalari orqali daryolar gidrologiyasi hamda yer osti suvlari dinamikasi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash, tahlil qilish va modellashtirish sohasida keng ko'lamli tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. AQSh, Germaniya, Kanada, Xitoy, Turkiya, Avstraliya, Niderlandiya va boshqa shu kabi rivojlangan mamlakatlarda suv-yer resurslarini boshqarishda integratsiyalashgan axborot texnologiyalarini qo'llash nafaqat suv ta'minoti samaradorligini oshirmoqda, balki meliorativ holatni ham barqarorlashtirmoqda.

Jahonda GAT va MZ texnologiyalaridan samarali foydalanib gidrogeologik monitoring yuritishga qaratilgan keng miqyosdagi ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan GAT texnologiyalari asosida yaratilgan ma'lumotlar bazasi asosida yuzaga kelayotgan holatni baholash va oldini olish choralarini ko'rishga oid tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga gidrogeologik kuzatuvlar olib borish hamda GAT ga asoslangan yagona tizimni yaratish, sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida yer osti suvlariga ta'sir etuvchi iqlimiy va antropogen omillarni tezkor baholash asosida sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini samarali boshqarish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda sug'oriladigan hududlarda suv resurslaridan oqilona foydalanish, daryolar gidrologik rejimi va yer osti suvlari o'rtasidagi dinamik bog'lanishni aniqlashga qaratilgan tadqiqotlarga davlat siyosati darajasida e'tibor qaratilmoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025 yil 15 avgustdagi "O'zbekiston Respublikasida suv resurslarini boshqarish va irrigatsiya sektorini rivojlantirishning 2025-2028-yillarga mo'ljallangan dasturini tasdiqlash to'g'risida" PQ-250-sonli qarorida ushbu masalalarga alohida e'tibor qaratilgan. Mazkur vazifalarni amalga oshirish, xususan daryo va yirik sug'orish tarmoqlari gidrologik va ekpluatatsiya rejimining o'zgarishi yer osti suvlarining rejimi va sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatiga ta'siri tobora oshib bormoqda. Ayniqsa, sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlarining gidrodinamik rejimini zamonaviy texnologiyar yordamida monitoringini yuritish va tahlil qilish orqali samarali qarorlarni qabul qilish imkoniyatini yaratishga jiddiy e'tibor qaratilmoqda.

Davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlari sifatida qabul qilingan bir qator strategik hujjatlar, jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi "2022 - 2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi" to'g'risidagi PF-60-sonli farmoni."¹, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi "O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash

¹O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi «2022 - 2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi» to'g'risidagi PF-60-sonli farmoni. <https://lex.uz/docs/-5841063>

to'g'risida" PF-6024-sonli farmoni² va O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 7 dekabrda "Yer osti suv resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanishni tartibga solish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" PQ-439-sonli qarori³ hamda mazkur sohaga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. «Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish» hamda VIII. "Yer to'g'risidagi fanlar (geologiya, geofizika, seysmologiya va mineral xom-ashyoni qayta ishlash)" ustuvor yo'nalishlari doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Daryolar va yer osti suvlarining gidrologik rejimi, yer osti suvlarining balansi, yer osti suvlarining sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlarining dinamikasini hamda meliorativ holatiga ta'sirini o'rganishga oid G.Darsi, R.L.Nace, D.M.Kats, A.N.Afanaseva, A.I.Shiklomanov, J.Dyupyui, E.Prins, B.I.Kudelin, M.Todd, V.G.Glushkov, V.A.Shelutko, N.L.Frolova, S.S.Kuzin, A.A.Sokolov, X.I.Yoqubov, S.Sh.Mirzayev, K.Sh.Latipov, V.A.Duxovniy, G.A.Mavlyanov, X.Xafyor, M.S.Hantush, Y.B.Vinogradov, A.V.Sikan, A.R.Rasulov, S.Sh.Mirzayev, A.A.Chub, S.K.Karimov, G.U.Yusupov, A.M.Arifjanov, D.R.Bozorov, F.Xikmatov, A.M.Fatxulloyev, F.A.Gapparov, D.F.Fayzullayev, Sh.X.Xolmurodov va boshqa qator tadqiqotchilar tomonidan izlanishlar olib borilgan va ma'lum ijobiy natijalarga erishilgan.

Shuningdek, yer osti suvlarining fazoviy va vaqtinchalik o'zgarishini modellashtirishda keng qo'llaniladigan geostatistik interpolyatsiya usullari qo'llash asosida G.Matheron, D.Krige, A.Journal, R.Webster, M.Oliver, P.K. Kitanidis, Pan Xiaohui, Liu Tie, Chen Xi, Huang Yue, Guo Chenyu, A.Fatxulloyev, M.Ikramova, F.Oxunov, Sh.Akmalov, Z.Abdulxayev, T.Nurmatov, S.Usmanov va boshqalarning ilmiy izlanishlarida ijobiy natijalar olingan.

Olib borilgan keng qamrovli tadqiqotlarga qaramasdan, daryo va yirik tuproq o'zanli kanallar ta'sir hududida joylashgan sug'oriladigan maydonlarda daryo gidrologik rejimi va yer osti suvlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tadqiq qilish, modellashtirish va tahlil qilishda GAT va MZ texnologiyalaridan foydalanish orqali yer osti suvlarining mavsumiy va ko'p yillik o'zgarishlarining zamonaviy monitoring tizimini ishlab chiqish bilan bog'liq bo'lgan ilmiy-texnik masalalar yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining №5/2022-sonli "Sug'oriladigan maydonlarda daryo gidrologik

²O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 10 iyuldagi «O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020–2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida» PF-6024-sonli farmoni. <https://lex.uz/docs/-4892953>

³O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 7 dekabrda "Yer osti suv resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanishni tartibga solish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida" PQ-439-sonli qarori. <https://lex.uz/docs/-6311240>

rejimining yer osti suvlarga ta'sirini baholash" (2022-2024) mavzusidagi tadqiqot ishi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi. Sug'oriladigan maydonlarda daryo gidrologik rejimining yer osti suvlari dinamikasiga ta'sirini masofadan zondlash texnologiyalari asosida baholash usulini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

tadqiqot hududidagi mavjud va yangi joylashtirilgan gidrogeologik kuzatuv quduqlari ma'lumotlari asosida yer osti suvlari sathining ko'p yillik va mavsumiy o'zgarish dinamikasiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash va ularni miqdoriy baholash;

olingan nazariy va amaliy tadqiqot natijalari, shuningdek, tabiiy-dala sharoitida to'plangan o'lchov-kuzatuv ma'lumotlari asosida ArcGIS muhitida Inverse Distance Weighted (IDW) interpolyatsiya usulidan foydalangan holda tematik elektron xaritalar bazasini shakllantirish;

daryoning gidrologik rejimi va maydonning gidrogeologik sharoitiga oid to'plangan ma'lumotlar asosida Kriging (Named after D.G. Krige) interpolyatsiya usuli orqali hududdagi yer osti suvlari rejimining tabiiy va antropogen omillarga nisbatan ta'sirchanligini baholash;

sug'oriladigan yerlarda yer osti suvlari rejimini masofadan monitoring qilish imkonini beruvchi, geoaxborot texnologiyalari va sun'iy yo'ldosh ma'lumotlariga asoslangan dasturiy vosita (GIS-modul) ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida Toshkent viloyati O'rta Chirchiq tumani Sof-Oqoltin sug'orish massivi va uning hududidan oqib o'tuvchi Qorasuv daryosi qabul qilingan.

Tadqiqotning predmeti gidrologik, gidrogeologik kuzatuvlar va masofaviy zondlash ma'lumotlari asosida yer osti suvlari sathi dinamikasiga ta'sir etuvchi omillarning miqdoriy bahosi hamda IDW/Kriging orqali fazoviy modellanishi va GIS-modul validatsiyasidan iborat.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot ishida gidravlika va muhandislik gidrologiyasida umum qabul qilingan usullar, dala tajriba ma'lumotlarini qayta ishlash va statistik ishlov berish, gidravlik va gidrologik modellashtirish usullari hamda EHM dasturlarini tuzish usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

daryo ta'siri hududida joylashgan sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlari dinamikasi ArcMap muhitida Inverse Distance Weighted (IDW) interpolyatsiya usuliga integratsiya qilish asosida baholangan;

daryoning gidrologik rejimi hamda hududning irrigatsiya rejimini inobatga olgan holda sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlari sathining ta'sir zonalari bo'yicha o'zgarishini Kriging interpolyatsiya usulida baholash usuli ishlab chiqilgan;

yer osti suvlari sathining ko'p yillik va mavsumiy o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillarni inobatga olgan holda yer osti suvlari harakatining geofiltratsion modeli takomillashtirilgan;

sug'oriladigan maydonlarda gidrogeologik rejimning o'zgarishini masofadan

monitoringini yuritish mobil ilovasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

sugʻoriladigan maydonlarda yer osti suvlari harakat yoʻnalishi va sathining fazoviy taqsimotini yuqori aniqlikda aks ettiruvchi geoinformatsion xaritalar ishlab chiqilgan;

daryo gidrologik rejimi hamda sugʻorish taʼsirida shakllanuvchi yer osti suvlari rejimini oʻzgarishini tezkor baholash uchun Kriging interpolatsiyasi asosidagi baholash usuli ishlab chiqilgan;

sugʻoriladigan maydonlarda daryo taʼsiri hududida shakllanadigan yer osti suvlari filtratsiya jarayonlarini monitoring qilish va prognozlash usuli ishlab chiqilgan;

meliorativ kuzatuv quduqlari maʼlumotlarini tezkor va samarali monitoring qilish imkonini beruvchi mobil dasturiy vosita ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi sinovdan oʻtgan matematik usullar va fizikaning umum qabul qilingan qonunlaridan foydalanilganligi, yer osti suvlari sathining oʻzgarishi va ularning hududiy tarqalishini baholash usuli tabiiy-dala sharoitida olingan natijalar bilan taqqoslab tekshirilganli hamda olingan natijalarning matematik-statistik usullar yordamida ishlov berilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati sugʻoriladigan maydonlarda daryo gidrologik rejimining yer osti suvlari dinamikasiga taʼsirini masofadan zondlash, geoaxborot texnologiyalari, Kriging va geofiltratsion modellashtirish usullarini integratsiyasi asosida baholash metodologiyasining takomillashtirilishi, gidrologik-irrigatsion bogʻliqliklarni aniqlash, moslashtirish hamda kriging xaritalari orqali miqdoriy baholash usulini ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati sugʻoriladigan maydonlarda daryo taʼsir zonalarida yer osti suvlari sathini tezkor baholash uchun GAT asosidagi hududiy maʼlumotlar bazasi, vizuallashtirish xaritalari va kuzatuv quduqlari bilan integratsiya qilingan mobil monitoring ilovasini yaratilganligi hamda meliorativ holatni boshqarish va meliorativ tadbirlarni rajalashtirishda tezkor qarorlarni qabul qilish imkoniyatlarini yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Sugʻoriladigan maydonlarda daryo gidrologik rejimining yer osti suvlariga taʼsirini baholash (Qorasuv daryosi misolida) mavzusi boʻyicha olingan natijalar asosida:

Sugʻoriladigan yerlarning gidrogeologik monitoringini nazorat qilish boʻyicha ArcMap dasturida IDW interpolatsiya usuli asosida xaritalash va maʼlumotlarni tahlil qilish boʻyicha tavsiyalar Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi huzuridagi Meliorativ ekspeditsiyada joriy qilingan. (Oʻzbekiston Respublikasi Suv xoʻjaligi vazirligining 2025 yil 15 martdagi 04/19-1155-son maʼlumotnomasi). Natijada, sugʻoriladigan maydonlarning meliorativ holatini xaritalar asosida real vaqt rejimida kuzatish imkoniyatiga ega boʻlgan monitoring tizimi yaratilgan;

Kriging geostatistik interpolatsiya usuliga asoslangan yer osti suvlari sathini baholash va prognoz qilish bo'yicha tavsiyalar Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi huzuridagi Meliorativ ekspeditsiyada joriy qilingan. (O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi vazirligining 2025 yil 15 martdagi 04/19-1155-son ma'lumotnomasi). Natijada, daryo ta'siridagi sug'oriladigan maydonlarning meliorativ holatini bashorat qilish imkoniyati yaratilgan;

Sug'oriladigan maydonlarda gidrogeologik rejim o'zgarishini masofadan monitoringini yuritish bo'yicha yaratilgan mobil ilova Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi huzuridagi Meliorativ ekspeditsiya hamda Amu-Buxoro irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasida joriy qilingan. (O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi vazirligining 2025 yil 15 martdagi 04/19-1155-son ma'lumotnomasi, O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligining 08.04.2025 yildagi DGU 49345 raqamli guvohnomasi). Natijada, dala kuzatuv ishlarining samaradorligi 2,5 baravarga oshirilgan hamda o'lchov-kuzatuv ishlari bilan bog'liq bo'lgan mehnat sarfi 75-85% ga qisqartirilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari xalqaro va respublika miqyosidagi anjumanlarda muhokama qilingan va ma'qullangan, jumladan, 4 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 11 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, jumladan 2 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda nashr qilingan, 1 ta maqola Scopus bazasidagi konferensiyada, 5 ta maqola xalqaro va respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy konferensiya materiallarida chop etilgan hamda 1 ta EHM dasturi uchun intellektual mulk agentligining guvohnomasi olingan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 123 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, maqsad va vazifalari, obyekt va predmeti tavsiflangan, O'zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalar taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mosligi, tadqiqotning ishonchligi, ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, shuningdek, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinganligi, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Yer osti suvlarining shakllanishi va ularga ta'sir etuvchi omillarni o'rganishga oid tadqiqotlar tahlili**" deb nomlangan birinchi bobida muammoning hozirgi holati tahlil qilingan bo'lib, yer osti suvlari shakllanish qonuniyatlari, ularga ta'sir etuvchi tabiiy va antropogen omillar tahlil qilingan. Sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlari rejimi va dinamikasini aniqlashga oid

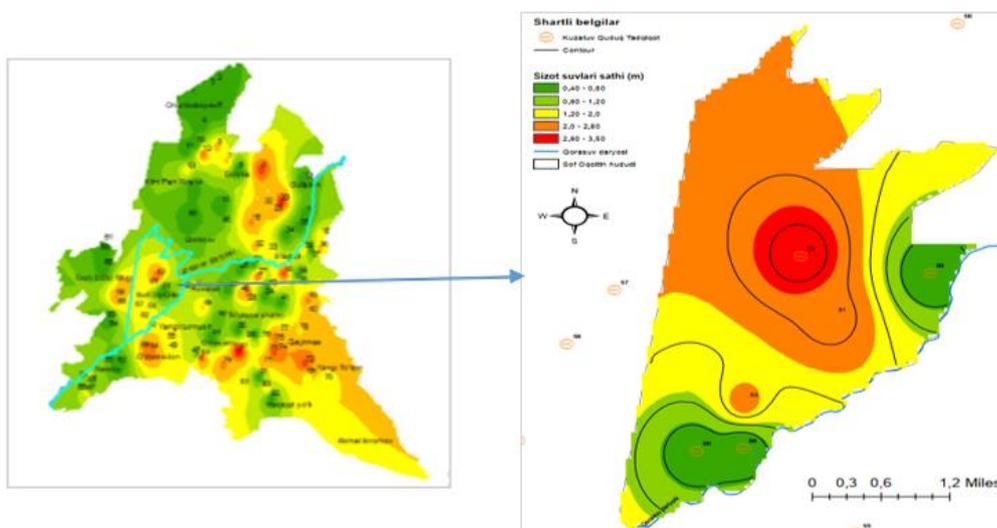
ilmiy izlanishlar ko‘rib chiqilgan bo‘lib, mavjud tadqiqotlar natijalari asosida daryo va sug‘orishning yer osti suvlariga ta‘siri ochib berilgan.

Shuningdek, yer osti suvlarining miqdoriy baholash usullari, gidravlik modellar va hisoblash metodlari tahlil qilinib, nazariy hamda amaliy qo‘llash imkoniyatlari ko‘rsatib o‘tilgan. Bundan tashqari, geoaxborot tizimlari va masofaviy zondlash texnologiyalaridan foydalanishning samaradorligi yoritilib, yer osti suvlari dinamikasini o‘rganishda ularning ahamiyati ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, global iqlim o‘zgarishi sharoitida daryo gidrologik rejimini hamda yer osti suvlari gidrogeologik rejimi, suv zaxiralarining shakllanishi va ularning sath dinamikasini baholash masalalari dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biriga aylangan. Mazkur masalalarni o‘rganishda V.A.Shelutko, M.K.Smactin, N.L.Frolova, A.M.Arifjanov, F.X.Xikmatov, A.M.Fatxulloev, F.A.Gapparov, M.R.Ikramova, Chen Xiaohong, Zhang Yong, R.A.Isangulov, A.S.Ibragimov, F.Oxunov, Z.Abdulxayev va boshqa olimlarning ilmiy izlanishlari muhim ahamiyat kasb etib, ularning ishlab chiqqan yondashuvlari amaliy tadqiqotlarda keng qo‘llanilgan.

Yuqoridagi ilmiy tahlillar natijasida ushbu dissertatsiya tadqiqotining maqsad va vazifalari shakllantirilgan bo‘lib, ular sug‘oriladigan maydonlarning gidrogeologik-meliorativ monitoring tizimini takomillashtirish, yer osti suvlari dinamikasini GIS muhiti va matematik modellashtirish asosida baholash samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Dissertatsiya ishining **“Tabiiy dala sharoitida olib borilgan izlanishlar”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot hududning tabiiy-geografik, iqlimiy, gidrologik, geologik va gidrogeologik hamda tuproq sharoitlarini o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqot natijalari bayon etilgan.

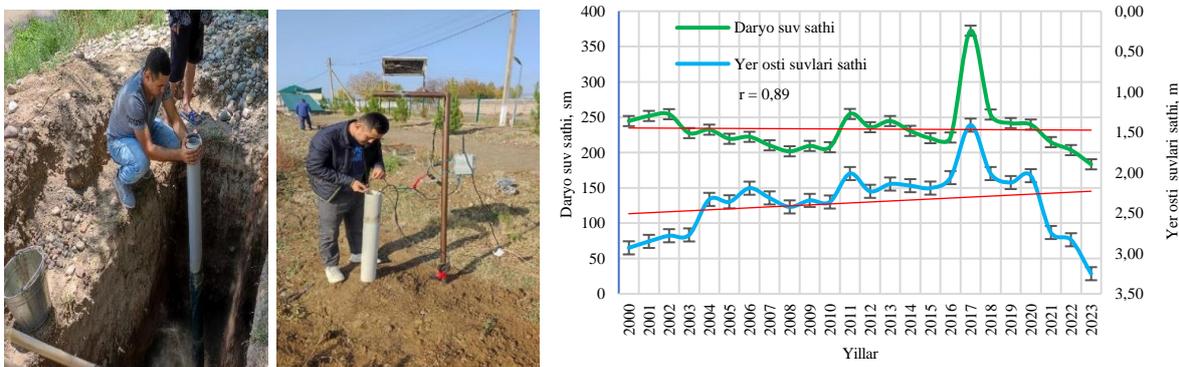


1-rasm. Tadqiqot hududining xaritasi

Toshkent viloyati, O‘rtachirchiq tumani hududidan oqib o‘tuvchi Qorasuv daryosini Nayman gidrouzelineing (PK 641+14) o‘ng qirg‘og‘idagi sug‘oriladigan maydonlarda tabiiy dala sharoitida mavjud va yangi barpo etilgan kuzatuv quduqlarida olib borilgan tadqiqotlar asosida yer osti suvlariga tabiiy va antropogen omillarning ta‘siri, ularning harakati va maydon bo‘yicha tarqalishi gidrogeologik

qonuniyatlar asosida o'rganildi. Dala tadqiqotlari rivojlangan davlatlarda amalda qo'llanilayotgan Diver Data Logger, GPS qurilmasi kabi zamonaviy o'lchov vositalarida gidrodinamik tahlil, piezometrik metodlari yordamida olingan natijalar yer osti suvlari dinamikasi asosan daryo oqimining mavsumiy o'zgarishi va sug'orish rejimiga bog'liqligi aniqlandi.

Ushbu jarayonlarni uzluksiz monitoring qilish maqsadida kuzatuv quduqlari masofadan ma'lumot uzatuvchi DIVER tipidagi avtomatik qurilmalar bilan jihozlandi (2-rasm).



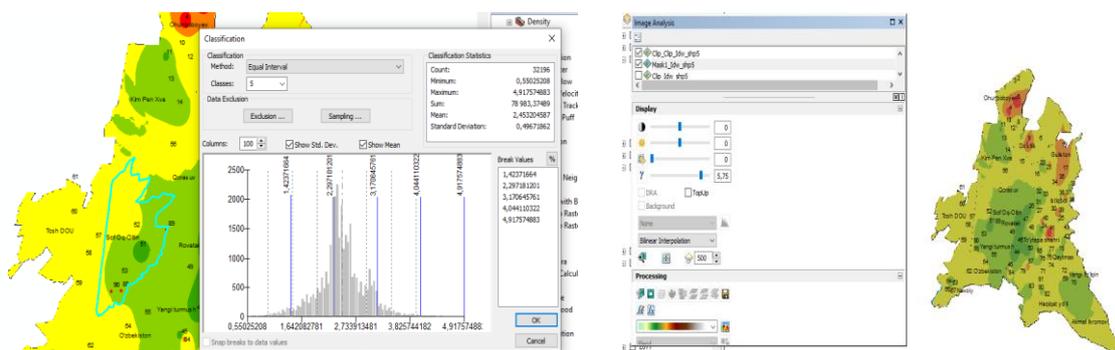
2-rasm. Tadqiqot hududida qo'shimcha kuzatuv quduqlarini o'rnatish va monitoring tizimi

Yer osti suvlarining hududiy taqsimoti relyef shakllari, gidrologik sharoit va litologik tuzilma bilan bir qatorda, sug'orish intensivligi hamda yog'in miqdorining o'zgarishiga sezilarli darajada bog'liqligi aniqlandi. Tadqiqot natijalarining ishonchligi hududning ko'p yillik gidrogeologik kuzatuv ma'lumotlari hamda daryo gidrologik rejimining dinamik tahlili orqali tasdiqlandi. Grafik tahlillar asosida Qorasuv daryosi suv sathi bilan yer osti suvlarining sathi o'rtasida kuchli statistik bog'liqlik mavjudligi aniqlanib, korrelyatsiya koeffitsiyenti $r=0,89$ ga teng bo'ldi. Bu orqali daryo sathi tebranishlari yer osti suvlarining shakllanishi va ularning mavsumiy dinamikasiga bevosita va sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi.

Dissertatsiyaning **“Yer osti suvlari sathi dinamikasini baholashda GAT texnologiyalaridan foydalanish samaradorligi”** deb nomlangan uchinchi bobida Tadqiqot hududida yer osti suvlarining dinamikasi zamonaviy geoaxborot texnologiyalari (GAT) yordamida tahlil qilinib, sug'oriladigan maydonlardagi yer osti suvlari harakati va taqsimoti aniqlandi. Tadqiqot hududida yer osti suvlarining o'zgarishi dastlab IDW interpolatsiya usuli orqali baholandi, chunki ushbu usul kuzatuv nuqtalari asosida qiymatlarni tez va samarali hisoblash hamda hududiy o'zgaruvchanlikning umumiy tendensiyasini aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, turli sug'oriladigan (tomchilatib, yomg'irlatib, an'anaviy) maydonlar kesimida yer osti suvlarining dinamikasi hamda daryoning ta'sir zonalari Kriging usuli yordamida baholandi. Ushbu yondashuv hududiy o'zgaruvchanlikni yuqori aniqlikda ifodalash va daryo infiltratsiyasi ta'sir radiusini aniqlash imkonini berdi.

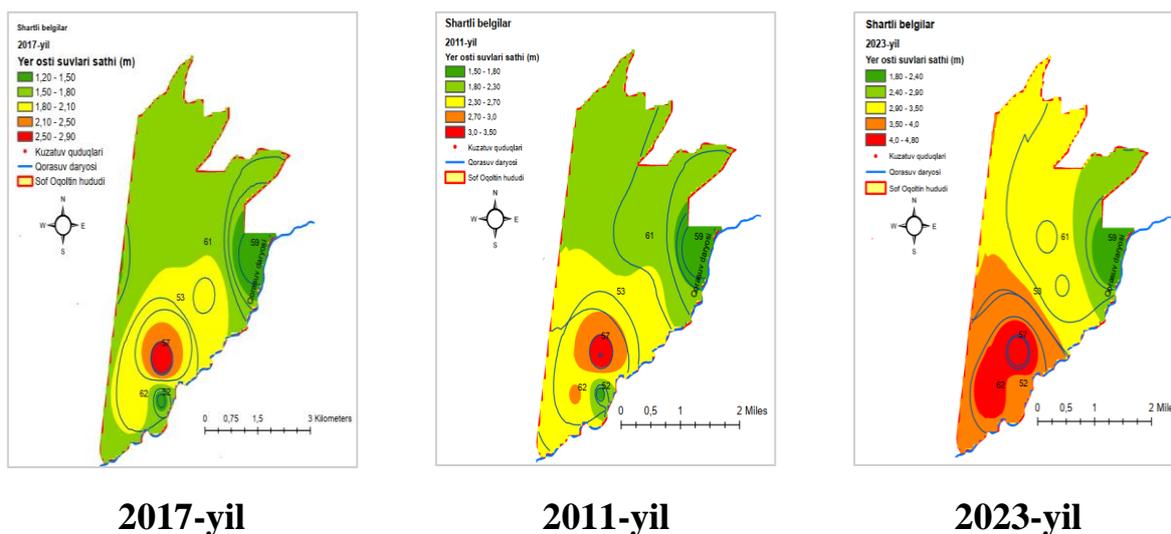
Dastlab kuzatuv quduqlaridan olingan ma'lumotlar ArcMap dasturi yordamida tahlil qilindi. Ushbu dastur ma'lumotlarni hududiy koordinatalar asosida qayta ishlash va vizualizatsiya qilish imkonini berishi sababli tanlandi. Keyinchalik maydon bo'yicha yer osti suvlari sathining taqsimoti baholanib, IDW interpolatsiya

usuli qo‘llanildi. Mazkur usul kuzatuv nuqtalaridagi qiymatlardan foydalanib, butun maydon bo‘yicha yer osti suvlarining uzluksiz taqsimotini aniqlash hamda umumiy IDW xaritalarini shakllantirish imkonini berdi (3-rasm).



3-rasm. Tadqiqot hududida yer osti suvlari sathining maydon bo‘yicha umumiy o‘zgarishini IDW usulida baholash

IDW interpolatsiyasi asosida olingan xaritaga ko‘ra, tadqiqot hududida yer osti suvlarining sathi asosan 2,10-3,20 m diapazonda tarqalgan. Tadqiqot hududi bo‘yicha IDW interpolatsiya parametrlarida power $p=2$, radius 500 m va nuqtalar soni 6 etib belgilandi, bu esa kuzatuv nuqtalarining hududiy taqsimoti va zichligiga moslashtirildi. Qo‘shimcha vazn koeffitsiyentlari (yaqin nuqtalarga 1,3 va uzoq nuqtalarga 0,9) modelning aniqligi va hududiy reprezentativligini oshirishga imkon berdi. Olingan natijalar asosida yer osti suvlari sathining hududiy taqsimotini hamda daryo ta‘sir zonasidagi o‘zgarishlarni kelgusida bashorat qilish zarurati yuzaga keladi. Shu maqsadda keyingi tahlillarda variogramma parametrlariga asoslangan hamda prognozlash imkoniyatiga ega bo‘lgan Kriging usulidan foydalanildi. Tadqiqot hududida ko‘p yillik kuzatuv ma‘lumotlari hamda tabiiy-dala sharoitida olingan natijalar asosida yer osti suvlari sathining o‘zgarishi tahlil qilindi (4-rasm).



4-rasm. Qorasuv daryosining xarakterli yillarida hudud yer osti suv sathi dinamikasini Kriging usulida baholash natijalari

Tadqiqot hududida ($41.053421^{\circ}N$, $69.254903^{\circ}E$) Kriging usuli asosida olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, yer osti suvlari sathi dinamikasi yilning

gidrologik sharoitlariga, ya'ni daryoning suvliligiga bevosita bog'liq. Jumladan, daryoda ko'p suvli 2017-yilda yer osti suvlari 1,20-2,90 m oralig'ida qayd etilib, bu jarayon gidravlik gradiyentning ortishi va daryo bilan sug'oriladigan maydonlar o'rtasidagi filtratsiya oqimlarining jadallashuvi hisobiga yuzaga kelgan. O'rtacha suvli 2011-yilda esa yer osti suvlari 1,50-3,50 m diapazonda bo'lib, gidrogeologik sharoitlarda nisbiy barqarorlik kuzatilgan, biroq hududiy notekislik saqlanib qolgan. Kam suvli 2023-yilda esa sath 1,80-4,80 m oralig'ida o'zgarib, daryoning ta'siri sezilarli darajada kamaygan, sug'orishda suvni tejoychi texnologiyalar (tomchilatib va yomg'irlatib sug'orish)ning joriy etilishi esa maydonlardagi suv rejimiga qo'shimcha ta'sir ko'rsatgan.

Kriging usuli gidrogeologik kuzatuv nuqtalarida qayd etilgan suv sathi ma'lumotlariga asoslanib, hudud bo'yicha yer osti suvlarining fazoviy taqsimoti va ehtimoliy sathini model qilish hamda bashoratlash imkonini yaratadi. Mazkur uslub gidrologik va gidrogeologik jarayonlarning hududiy xususiyatlarini aniqlash, shuningdek suv rejimini boshqarish hamda daryoning ta'sir chegarasini aniqlash hamda yer osti suvlari balansini tahlil qilish imkoniyati yaratiladi.

Tadqiqot hududida turli sug'orish usullari qo'llaniladigan maydonlar mavjud bo'lgani sababli, har bir maydon uchun Daniel Hillel, Robert Evans va Jon Nilson modellaridan foydalanilgan holda maydon bo'ylab yer osti suv sathlarining o'zgarish dinamikasi aniqlanib, olingan natijalar Kriging usuli asosida hisoblangan qiymatlar bilan taqqoslab tahlil qilindi (1-jadval).

Jadval 1. Turli sug'orish usullari mavjud maydonlarda yer osti suv sathi bo'yicha dala kuzatuvlari, Kriging va model natijalarining taqqoslanishi

Sug'oriladigan maydon	Dala o'lchovi (m)	Kriging natijasi (m)	Model nomi	Model natijasi (m)	Dala va Kriging farqi (m)
Tomchilatib	3,44	3,40	Daniel Hillel modeli	3,18	0,04
Yomg'irlatib	3,38	3,31	Robert Evans modeli	3,16	0,07
An'anaviy	3,36	3,46	Jon Nilson modeli	3,07	0,10

Dala o'lchovlari, turli modellar orqali hisoblangan qiymatlar va Kriging usuli yordamida olingan natijalar o'zaro taqqoslanib tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, daryoning ta'siri va sug'orish usullari bo'yicha model natijalari o'rtasida farqlar mavjudligi aniqlandi.

Daryo gidrologik rejimining tadqiqot hududi yer osti suvlari sathining dinamikasiga doimiy ta'sir ko'rsatishi va ta'sir chegarasi bevosita daryodagi suv sathining o'zgarishiga bog'liq. Jumladan suv sathining maksimal qiymati kuzatilgan 2017 yilda uning ta'sir chegarasi $F=11,64 \text{ km}^2$ ga teng bo'lgan. Daryoda minimal suv sathi kuzatilgan 2023 yilda 184,3 sm bo'lib ushbu yilda yer osti suvlarining o'rtacha yillik suv sathi 3,05 m ga tushgan. Ushbu davrda daryoning ta'sir chegarasi maydoni $F=4,06 \text{ km}^2$ teng bo'lgani aniqlandi. Masofadan zondlash tasvirlari va

Kriging usullari orqali olingan ma'lumotlar yer osti suvlari sathining o'zgarishini chegarasini aniq baholash imkonini berdi.

Masofadan zondlash ma'lumotlari va uni Kriging modeli yordamida tahlil qilish natijalari sug'oriladigan yerlarning gidrogeologik rejimini nazorat qilishning masofaviy usullarini ishlab chiqishga erishildi.

Dissertatsiyaning **“Yer osti suvlari dinamikasini raqamli texnologiyalar asosida baholash”** deb nomlangan to'rtinchi bobida Qorasuv daryosi ta'sir hududida joylashgan sug'oriladigan maydonlarda daryo va yer osti suvlari o'rtasidagi gidravlik bog'liqlikni ifodalovchi raqamli geofiltratsion model Kriging usuli parametrlari asosida Busineks ikki o'lchamli yer osti suvlarining harakati modeli yordamida takomillashtirildi.

Qaralayotgan tadqiqot hududi, Qorasuv daryosining o'ng qirg'og'ida joylashganligi ($\frac{\partial h}{\partial y} = 0$) hamda ($Q_{kq} = 0$) chegaraviy shartlar asosida tadqiqot hududi uchun geofiltratsion model quyidagicha qabul qilindi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + f(x, t) \quad (1)$$

bu yerda $h(x, y, t)$ - yer osti suvlari sathi [m], k_x, k_y - filtratsiya koeffitsiyenti [m/kun], $\frac{\partial h}{\partial x} = (K_x h \frac{\partial}{\partial x})$; - ya'ni Darsi-Dyupui qonuni bo'yicha yer osti suvlari oqimi; h - qatlam qalinligi [m].

Hududda yer osti suvlarining o'zgarishiga sug'orish va boshqa iqlimiy omillarni hisobga olish uchun $f(x, t)$ ni quyidagicha qabul qilinadi:

$$f(x, t) = \frac{P(t) + I(t) - ET(t) - \Delta S(t)}{1000} \quad (2)$$

bu yerda f - yer osti suvlarining sug'orish va iqlimiy omillar hisobiga to'yinishi [m/kun]; $P(t)$ - atmosfera yog'inlari [mm]; $I(t)$ - sug'orish me'yor; $ET(t)$ - evotranspiratsiya [mm]; $\Delta S(t)$ - tuproq namligi [mm].

Sug'oriladigan maydonlarda yer osti suv sathining ko'p yillik va mavsumiy o'zgarishlariga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash maqsadida quyidagi bazaviy tenglamadan foydalanildi:

$$h_{baza}(x, t) = \sqrt{h(0, t)^2 + \frac{2f(t)L}{K}x - \frac{f(t)}{K}x^2} \quad (3)$$

Keyingi bosqichda ushbu bazaviy modelga Kriging parametrini kiritish orqali aniqlik oshirildi, bunda har bir kuzatuv nuqtasi uchun quyidagi farq ifodasi hisoblandi:

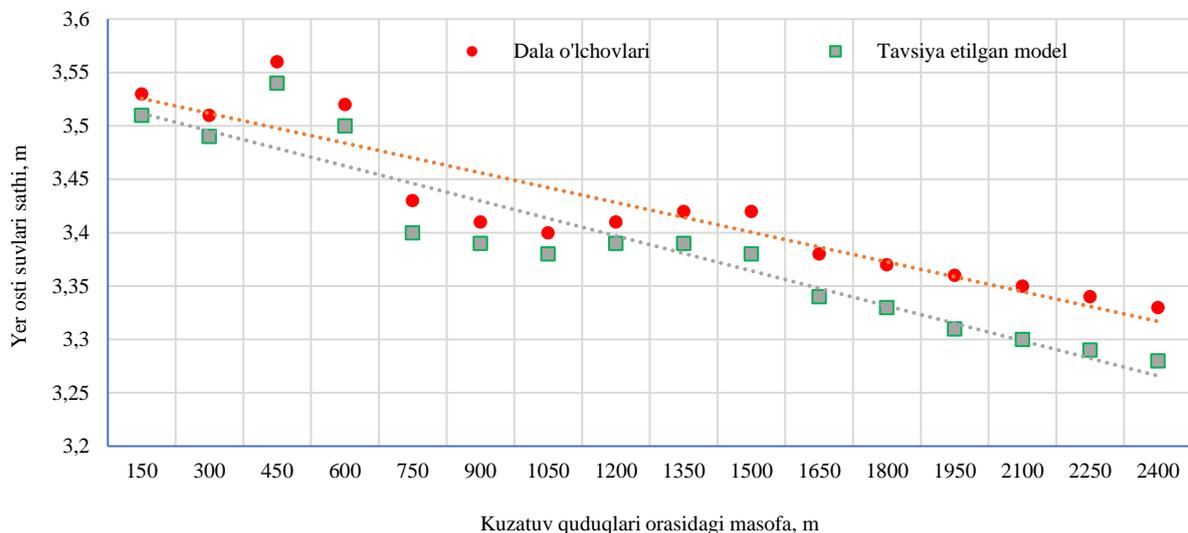
$$\partial h(x_i, t) = h_{quduq}(x_i, t) - h_{baza}(x_i, t) \quad (4)$$

Yer osti suvlarining hududiy tarqalishini davriy baholash va fazoviy interpolatsiyani amalga oshirish maqsadida Kriging interpolatsiyasining variogramma parametrlari - nugget (o) - boshlang'ich dispersiya, sill (s) - umumiy dispersiya chegarasi, hamda range (n) - ta'sir radiusi - asosida kovariatsiya

funksiyasi shakllantirildi. Natijada, geofiltratsion jarayonlarning hududiy modellashuvi uchun yakuniy model quyidagi ko‘rinishda ifodalandi:

$$\hat{h}(x, t) = h_{baza}(x, t) + \widehat{\delta h}(x, t) \quad (5)$$

Mazkur geofiltratsion model sug‘oriladigan maydonlarda yer osti suvlarining shakllanishi, harakati va taqsimlanish jarayonlarini miqdoriy baholash hamda ularni tabiiy va antropogen omillar ta‘sirida yuzaga keladigan o‘zgarishlarni aniqlash maqsadida ishlab chiqilgan. Model yordamida dala sharoitida kuzatuv quduqlarida o‘lchangan suv sathi ma‘lumotlari bilan hisoblangan qiymatlar o‘zaro solishtirilib, natijada model kalibrlanadi va hudud bo‘yicha yer osti suvlarining haqiqiy fazoviy taqsimoti aniqlanadi. Qorasuv daryosi yaqinidagi yer osti suvlari sathini aniqlash bo‘yicha modellash natijalarining ishonchliligini baholash maqsadida dala o‘lchov natijalari bilan taqqoslash amalga oshirildi. Olingan natijalar 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. Kuzatuv quduqlarida o‘lchangan va model yordamida aniqlangan yer osti suvlari sathlarini solishtirish

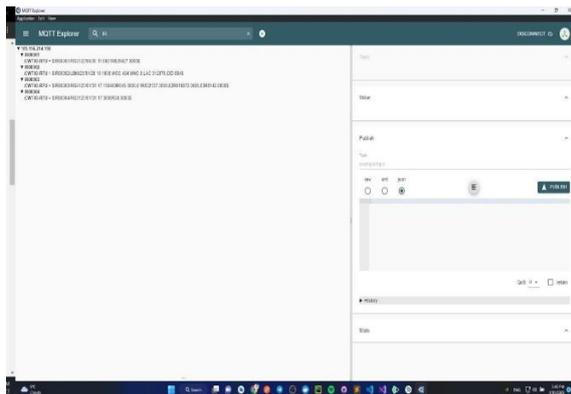
Grafikdan ko‘rinib turibdiki, kuzatuv quduqlarida qayd etilgan yer osti suvlari sathi bo‘yicha dala o‘lchovlari (qizil nuqtalar) tavsiya etilgan model orqali aniqlangan natijalar (yashil nuqtalar) bilan yuqori darajada mos keladi. Tahlil natijalariga ko‘ra, dala o‘lchovlari va model qiymatlari o‘rtasidagi farq o‘rtacha $\pm 0,12-0,20$ m ni tashkil etib, o‘rtacha kvadratik xatolik (RMSE) $0,046$ m ga teng bo‘ldi. Shuningdek, aniqlik darajasi koeffitsiyenti (R^2) $0,74$ ga teng bo‘lib, modelning ishonchlilik darajasi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot doirasida Flutter platformasi asosida ishlab chiqilgan va Android 12+ tizimida ishlovchi “Kuzatuv quduqlari” mobil ilovasi yaratildi. Ushbu ilova yer osti suvlari sathi, bosimi, harorati va minerallashuvini masofadan kuzatish hamda ma‘lumotlarni avtomatik yig‘ish va tahlil qilish jarayonlariga xizmat qiladi. Yaratilgan ilova gidrogeologik kuzatuvlarning tezkorligi va aniqligini $60-70\%$ ga oshiradi, monitoring samaradorligini yaxshilaydi (6-rasm).



6-rasm. Kuzatuv quduqlari mobil ilovasining umumiy ko‘rinishi

Masofaviy monitoring tizimi uchun ishlab chiqilgan dasturiy ta’minot kuzatuv quduqlaridan olingan ma’lumotlarni avtomatik yig‘ish, saqlash va tahlil qilish imkonini beradi. Dastur mikrokontroller va IoT-modullar bilan integratsiyalashgan bo‘lib, suv sathi, bosim, harorat va minerallasuv kabi parametrlarni real vaqt rejimida qayd etadi. Olingan ma’lumotlar bulutli server orqali markaziy ma’lumotlar bazasiga uzatiladi va GIS asosidagi vizual platformada tahlil qilinadi.



Tartib raqami	Xojalik nomi	Otdiq raqami	O'rtacha oylik suv koinatsiyasi (m)	O'rtacha oylik suv koinatsiyasi (m)			Ilova maydoni
				I	II	III	
1	Sof Oq oltin	90	3.1	3.09	3.1	3.12	3-5 mepprava
2	Sof Oq oltin	89	2.58	2.56	2.58	2.59	2-3 mepprava
3	Sof Oq oltin	88	2.71	2.72	2.7	2.72	2-3 mepprava
4	Sof Oq oltin	53	4.05	4.05	4.05	4.05	3-5 mepprava
5	Sof Oq oltin	52	2.12	2.15	2.1	2.1	2-3 mepprava
6	Sof Oq oltin	51	3.44	3.3	3.45	3.38	3-5 mepprava
7	Sof Oq oltin	50	2.33	2.33	2.33	2.33	2-3 mepprava
8	Sof Oq oltin	49	2.35	2.3	2.35	2.4	2-3 mepprava
9	Sof Oq oltin	48	5.01	5.01	5.01	5.01	>5 mepprava

7-rasm. Kuzatuv quduqlari mobil ilovasidan o‘lchangan ma’lumotlarni bazadan yuklab olish jarayoni

Ushbu “Kuzatuv quduqlari” mobil ilovasi IoT texnologiyasiga asoslanib, ma’lumotlarni markaziy serverga uzatadi va ularni avtomatik tahlil qilishni ta’minlaydi. Bu usul gidrogeologik jarayonlarni aniqlik bilan baholash, monitoring ishlarining samaradorligini oshirish hamda an’anaviy usullarga nisbatan 75-85% gacha xarajatlarni tejash imkonini beradi.

XULOSALAR

“Sug‘oriladigan maydonlarda daryo gidrologik rejimining yer osti suvlariga ta’sirini baholash (Qorasuv daryosi misolida)” mavzusida olib borilgan dissertatsiya tadqiqotlari asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Ko‘p yillik kuzatuv ma’lumotlari tahlili asosida sug‘oriladigan maydonlarda yer osti suvlari sathining shakllanishi va uzoq yillar davomida o‘zgarishi daryo gidrologik rejimi, tabiiy-geologik sharoitlar hamda irrigatsiya-melioratsiya

tadbirlarining o‘zaro ta‘siriga chambarchas bog‘liqligi aniqlandi. Ushbu holat yer osti suvlarining rejimini kompleks yondashuv asosida baholash suv resurslaridan samarali foydalanishning muhim omillaridan biri ekani ilmiy jihatdan asoslandi.

2. Masofaviy zondlash va geoaxborot texnologiyalari hamda Kriging geostatistik interpolyatsiyasi va geofiltratsiya usullarini integratsiyalash orqali daryoning gidrologik rejimining yer osti suvlariga ta‘sirini baholashning takomillashtirilgan modeli ishlab chiqildi. Ushbu model gidrologik-irrigatsion bog‘liqliklarni miqdoriy baholash hamda yer osti suvlari dinamikasini turli tsenariylar uchun ishonchli bashorat qilish imkoniyatini yaratadi.

3. Kuzatuv quduqlari ma‘lumotlari tahlili asosida yer osti suvlari sathining ko‘p yillik va mavsumiy o‘zgarishlariga ta‘sir etuvchi omillar miqdoriy baholash natijasida yer osti suvlari shakllanishida sug‘orish manbalari ulushi 47-49%, daryoning bevosita ta‘siri 20-29%, atmosfera yog‘inlari ulushi esa 1-3% ekanligi aniqlandi. Ushbu natijalar yer osti suvlarining dinamikasini boshqarishda sug‘orish hamda daryo rejimini inobatga olish muhim ahamiyatga ega ekanligi ko‘rsatdi.

4. ArcMap dasturida IDW interpolyatsiya usullari yordamida sug‘oriladigan maydonlarda yer osti suvlari sathining mavsumiy va ko‘p yillik o‘zgarish xaritalari tuzildi. Ushbu tematik xaritalar yordamida sug‘oriladigan maydonlarning meliorativ holatini real vaqt rejimida kuzatish va tahlil qilish imkonini yaratadi.

5. Turli sug‘orish usullari joriy etilgan maydonlarda olib borilgan tadqiqot natijalari asosida yer osti suvlari sathining mavsumiy o‘zgarishlarini Kriging modeli orqali baholash natijasida an‘anaviy sug‘orishda dalada o‘lchangan o‘rtacha sath 3,36 m, modelda 3,46 m (farq 0,10 m), yomg‘irlatib sug‘orishda 3,38 vs 3,31 m (0,07 m), tomchilatib sug‘orishda 3,44 vs 3,40 m (0,04 m) ekanligi aniqlangan. Shu bilan birga, daryo suv sathi bilan yer osti suvlari sathi o‘rtasida yuqori darajada bog‘liqlik ($r = 0,89$) mavjudligi tasdiqlandi.

6. Masofaviy zondlash ma‘lumotlari bilan Kriging interpolyatsiya modelidan foydalangan holda yer osti suvlarining fazoviy dinamikasini baholash natijalari asosida daryo suv sathining o‘zgarishiga bog‘liq ravishda uning ta‘sir zonasining xaritalari ishlab chiqildi ($H_{\max}=372,4$ sm da $F_{\max}=11,64$ km²; $H_{\min}=183,4$ sm da $F_{\min}=4,06$ km²). Shu asosda masofaviy zondlash va Kriging usullaridan foydalangan sug‘oriladigan yerlarning global miqyosdagi yer osti suvlarini monitoring qilishning yangi samarali usuli ishlab chiqildi.

7. Sug‘oriladigan yer maydonlarida yer osti suvlarini masofadan monitoring qilishni ta‘minlaydigan mobil ilova (№ DGU 49345) DIVER qurilmasi yordamida quduqlardan olingan suv sathi o‘zgarishini real vaqt rejimida kuzatib borish jarayoni soddalashtirildi. Natijada dala o‘lchov-kuzatuv ishlari samaradorligi 2,5 baravarga oshirildi va o‘lchov-kuzatuvlarni olib borishda mehnat sarfi 75-85 % ga qisqartirildi.

8. Tadqiqot natijalari asosida ishlab chiqilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar Chirchiq-Ohangaron irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi huzuridagi Meliorativ ekspeditsiya hamda Amu-Buxoro irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi faoliyatida joriy etildi. Natijada sug‘oriladigan maydonlarda yer osti suvlarini real vaqt rejimida kuzatish, ularning sathini oldindan baholash va masofaviy nazorat qilish imkonini beruvchi amaliy monitoring tizimi sifatida joriy etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

ХАМРОКУЛОВ ЖАСУРЖОН САЙЛИ УГЛИ

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕКИ НА
ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ В ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (НА
ПРИМЕРЕ РЕКИ КАРАСУВ)**

05.09.07 – Гидравлика и инженерная гидрология

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии Министерства высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером № В2025.1.PhD/T5499.

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекском, русском и английском (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу: www.tiame.uz и образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:: **Фатхуллоев Алишер Мирзотиллоевич**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Икрамова Малика Рахимбердиевна**
доктор технических наук, профессор

Охунов Фаррухжон Абдукахорович
доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам, старший научный сотрудник

Ведущая организация: **Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека**

Защита диссертации состоится «__» _____ 2025 г. в ____ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.02 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (Адрес: г. Ташкент 100000, ул. Кары Ниязий, 39. Тел. (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-38-79 e-mail admin@tiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрационный номер _____) (Адрес: г. Ташкент 100000, ул. Кары Ниязий, 39. Тел. (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-38-79, e-mail admin@tiame.uz).

Автореферат диссертации разослан « _____ » _____ 2025 года.

(Протокол рассылки № _____ от «__» _____ 2025 года).

А.Т. Салохиддинов
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

Ф.А. Гаппаров
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

А.М. Арифжанов
Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировом масштабе в условиях глобальных изменений климата, роста численности населения и повышения экономической активности резко возрастает спрос на водные ресурсы. Это, в свою очередь, требует разработки современных методов устойчивого управления поверхностными и подземными водами, ведения постоянного мониторинга и осуществления прогнозирования. В частности, посредством технологий географических информационных систем (ГИС) и дистанционного зондирования (ДЗ) проводятся широкомасштабные исследования, направленные на выявление, анализ и моделирование взаимосвязи между гидрологией рек и динамикой подземных вод. В таких развитых странах, как США, Германия, Канада, Китай, Турция, Австралия, Нидерланды и других, использование интегрированных информационных технологий в управлении водно-земельными ресурсами способствует не только повышению эффективности водоснабжения, но и стабилизации мелиоративного состояния. В мире ведутся масштабные научные исследования, направленные на эффективное использование технологий ГИС и ДЗ для осуществления гидрогеологического мониторинга.

В данном направлении приоритетными являются исследования, посвящённые оценке возникающих ситуаций и мерам их предотвращения на основе баз данных, созданных с использованием технологий ГИС. Наряду с этим, актуальными задачами остаются проведение гидрогеологических наблюдений, создание единой системы на основе ГИС, а также оперативная оценка климатических и антропогенных факторов, влияющих на подземные воды с использованием спутниковых снимков, что обеспечивает эффективное управление мелиоративным состоянием орошаемых земель.

В нашей Республике на государственном уровне уделяется особое внимание вопросам рационального использования водных ресурсов в орошаемых территориях, выявлению динамических взаимосвязей между гидрологическим режимом рек и подземными водами. В частности, в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 15 августа 2025 года № PQ-250 «О утверждении программы управления водными ресурсами и развития ирригационного сектора в Республике Узбекистан на 2025-2028 годы» данному направлению уделено особое внимание. Реализация этих задач, в том числе исследование влияния изменений гидрологического и эксплуатационного режима рек и крупных оросительных каналов на режим подземных вод и мелиоративное состояние орошаемых земель, приобретает всё большее значение. Особенно важно осуществление мониторинга гидродинамического режима подземных вод на орошаемых территориях с применением современных технологий и проведение анализа, что позволяет формировать эффективные управленческие решения.

Как приоритетные направления государственной политики приняты ряд стратегических документов, в числе которых: Указ Президента Республики

Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»¹, Указ Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № ПФ-6024 «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы»², Постановление Президента Республики Узбекистан от 7 декабря 2022 года № PQ-439 «О дополнительных мерах по охране подземных водных ресурсов и регулированию их рационального использования»³, а также другие нормативно-правовые акты в данной сфере. Настоящее диссертационное исследование в определённой степени направлено на реализацию задач, обозначенных в указанных документах.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетных направлений развития науки и технологий Республики: V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды» и VIII. «Науки о Земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. Исследования, посвящённые гидрологическому режиму рек и подземных вод, балансу подземных вод, динамике подземных вод на орошаемых территориях и их влиянию на мелиоративное состояние, проводились такими учёными, как Г.Дарси, Р.Л.Нейс, Д.М.Кац, А.Н.Афанасьева, А.И.Шикломанов, Ж.Дюпюи, Э.Прринс, Б.И.Куделин, М.Тодд, В.Г.Глушков, В.А.Шелутко, Н.Л.Фролова, С.С.Кузин, А.А.Соколов, Х.И.Якубов, С.Ш.Мирзаев, К.Ш.Латипов, В.А.Духовный, Г.А.Мавлянов, Х.Хафёр, М.С.Хантуш, Я.Б.Виноградов, А.В.Сикан, А.Р.Расулов, С.Ш.Мирзаев, А.А.Чуб, С.К.Каримов, Г.У.Юсупов, А.М.Арифжанов, Д.Р.Бозоров, Ф.Хикматов, А.М.Фатхуллоев, Ф.А.Гаппаров, Д.Ф.Файзуллаев, Ш.Х.Холмуродов и рядом других исследователей, и по результатам этих работ были достигнуты определённые положительные результаты.

Кроме того, в исследованиях Г.Матерона, Д.Криге, А.Журнеля, Р.Вебстера, М.Оливера, П.К.Китанидиса, Пан Сяохуэя, Лю Тие, Чэнь Си, Хуан Юэ, Го Чэньюя, А.Фатхуллоева, М.Икрамовой, Ф.Охунова, Ш.Акмалова, З.Абдулхаева, Т.Нурматова, С.Усманова и других были получены положительные результаты по применению геостатистических методов интерполяции, широко используемых при моделировании пространственно-временной изменчивости подземных вод.

Несмотря на проведённые широкомасштабные исследования, научно-технические вопросы, связанные с разработкой современной системы мониторинга сезонных и многолетних изменений подземных вод с использованием технологий ГИС и ДЗЗ при изучении, моделировании и

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № PF-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы». <https://lex.uz/docs/-5841063>

² Указ Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № PF-6024 «Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы». <https://lex.uz/docs/-4892953>

³ Постановление Президента Республики Узбекистан от 7 декабря 2022 года № PQ-439 «О дополнительных мерах по охране подземных водных ресурсов и регулированию их рационального использования». <https://lex.uz/docs/-6311240>

анализе взаимосвязи гидрологического режима рек и подземных вод на орошаемых территориях, расположенных в зоне влияния рек и крупных русловых каналов, до настоящего времени недостаточно изучены.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, где выполнена диссертация.

Диссертационная работа выполнена в рамках плана научно-исследовательских работ Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» по теме № 5/2022 «Оценка влияния гидрологического режима реки на подземные воды в орошаемых территориях» (2022-2024 гг.).

Цель исследования. Совершенствование метода оценки влияния гидрологического режима рек на динамику подземных вод в орошаемых землях на основе технологий дистанционного зондирования.

Задачи исследования:

на основе данных существующих и вновь размещённых гидрогеологических наблюдательных скважин выявить основные факторы, влияющие на многолетнюю и сезонную динамику уровня подземных вод в исследуемом регионе, и провести их количественную оценку;

сформировать базу тематических электронных карт в среде ArcGIS с использованием метода интерполяции Inverse Distance Weighted (IDW) на основе полученных теоретических и практических результатов исследования, а также измерительно-наблюдательных данных, собранных в природно-полевых условиях;

оценить чувствительность режима подземных вод территории к природным и антропогенным факторам с применением метода интерполяции Kriging (названного в честь Д.Г. Криге) на основе собранных данных о гидрологическом режиме реки и гидрогеологических условиях территории;

разработать программное средство (ГИС-модуль), основанное на геоинформационных технологиях и данных дистанционного зондирования, обеспечивающее возможность дистанционного мониторинга режима подземных вод на орошаемых территориях.

Объектом исследования является Саф-Акалтынский оросительный массив, расположенный в Урта Чирчикском районе Ташкентской области, а также протекающая через его территорию река Карасув.

Предметом исследования является количественная оценка факторов, влияющих на динамику уровня подземных вод на основе гидрологических, гидрогеологических наблюдений и данных дистанционного зондирования, а также их пространственное моделирование с использованием методов IDW/Kriging и валидация ГИС-модуля.

Методы исследования. В диссертационной работе использованы общепринятые методы гидравлики и инженерной гидрологии, методы обработки и статистического анализа полевых экспериментальных данных, методы гидравлического и гидрологического моделирования, а также методы разработки программных средств ЭВМ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

в условиях орошаемых земель, расположенных в зоне влияния реки, динамика подземных вод оценена на основе интеграции метода интерполяции Inverse Distance Weighted (IDW) в среде ArcMap;

разработан метод оценки изменения уровней подземных вод по зонам влияния в орошаемых массивах с учётом гидрологического режима реки и ирригационного режима территории с применением метода интерполяции Kriging;

усовершенствована геофильтрационная модель движения подземных вод с учётом факторов, влияющих на многолетние и сезонные изменения уровня подземных вод;

разработано мобильное приложение для дистанционного мониторинга изменений гидрогеологического режима в орошаемых землях.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны геоинформационные карты, отражающие с высокой точностью направления движения и пространственное распределение уровней подземных вод на орошаемых землях;

разработан метод оценки на основе интерполяции Kriging для оперативного анализа изменений режима подземных вод, формирующегося под воздействием гидрологического режима реки и ирригации;

предложен метод мониторинга и прогнозирования фильтрационных процессов подземных вод, формирующихся в зоне влияния реки на орошаемых землях;

создано мобильное программное средство, обеспечивающее оперативный и эффективный мониторинг данных мелиоративных наблюдательных скважин.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования объясняется использованием апробированных математических методов и общепринятых законов физики, проверкой метода оценки изменений уровня и пространственного распределения подземных вод путем сопоставления с результатами, полученными в натуральных условиях, а также обработкой полученных данных с применением математико-статистических методов.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в совершенствовании методологии оценки влияния гидрологического режима реки на динамику подземных вод в орошаемых массивах на основе интеграции технологий дистанционного зондирования, геоинформационных технологий, методов Kriging и геофильтрационного моделирования, в выявлении и адаптации гидрологических–ирригационных взаимосвязей, а также в разработке метода количественной оценки на основе карт Kriging.

Практическая значимость результатов исследования заключается в создании геоинформационной базы данных и визуализированных карт для

оперативной оценки уровня подземных вод в зонах влияния реки в орошаемых массивах, в разработке мобильного приложения для мониторинга, интегрированного с наблюдательными скважинами, а также в обеспечении возможности принятия оперативных решений при управлении мелиоративным состоянием и планировании мелиоративных мероприятий.

Внедрение результатов исследования. На основе результатов, полученных по теме «Оценка влияния гидрологического режима реки на подземные воды в орошаемых землях (на примере реки Карасув)»:

Рекомендации по картированию и анализу данных для контроля гидрогеологического мониторинга орошаемых земель с использованием метода интерполяции IDW в среде ArcMap внедрены в Мелиоративной экспедиции при Чирчик-Ахангаронском бассейновом управлении ирригационных систем (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 04/19-1155 от 15 марта 2025 г.). В результате создана система мониторинга, позволяющая в режиме реального времени отслеживать мелиоративное состояние орошаемых массивов на основе картографических данных;

Рекомендации по оценке и прогнозированию уровня подземных вод на основе геостатистического метода интерполяции Kriging внедрены в Мелиоративной экспедиции при Чирчик-Ахангаронском бассейновом управлении ирригационных систем (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 04/19-1155 от 15 марта 2025 г.). В результате обеспечена возможность прогнозирования мелиоративного состояния орошаемых массивов, находящихся в зоне влияния реки;

Разработанное мобильное приложение для дистанционного мониторинга изменений гидрогеологического режима в орошаемых землях внедрено в Мелиоративной экспедиции при Чирчик-Ахангаронском бассейновом управлении ирригационных систем, а также в Амубухарском бассейновом управлении ирригационных систем (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан № 04/19-1155 от 15 марта 2025 г.; свидетельство Министерства юстиции Республики Узбекистан № DGU 49345 от 08.04.2025 г.). В результате эффективность полевых наблюдательных работ увеличена в 2,5 раза, а трудозатраты, связанные с проведением измерительно-наблюдательных работ, сокращены на 75-85 %.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены и одобрены на международных, республиканских и университетских конференциях, в том числе апробированы на 4 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано в общей сложности 11 научных работ, в том числе, 5 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание учёной степени PhD (из них 2 статьи - в

республиканских журналах и 2 статьи - в зарубежных журналах, 1 статья - в материалах конференции, индексируемой в базе Scopus), 5 статей в материалах международных и республиканских научно-практических конференций, а также получено 1 свидетельство Агентства интеллектуальной собственности на программу для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объём диссертации составляет 123 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость исследования, изложены его цель и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, раскрыта достоверность исследования, научная новизна и практические результаты. Также освещено научное и практическое значение полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных научных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **“Анализ исследований, посвящённых формированию подземных вод и факторам, влияющим на их формирование”**, рассмотрено современное состояние проблемы, проанализированы закономерности формирования подземных вод, а также природные и антропогенные факторы, оказывающие на них воздействие. Изучены научные исследования, посвящённые режиму и динамике подземных вод на орошаемых землях, на основе которых раскрыто влияние рек и ирригации на формирование подземных вод.

Кроме того, проанализированы методы количественной оценки подземных вод, гидравлические модели и расчётные методики, показаны возможности их теоретического и практического применения. Также освещена эффективность использования геоинформационных систем и технологий дистанционного зондирования, научно обоснована их значимость в изучении динамики подземных вод.

Анализ проведённых в последние годы исследований показывает, что в условиях глобальных климатических изменений оценка гидрологического режима рек, гидрогеологического режима подземных вод, формирования водных запасов и динамики уровней их залегания стала одной из актуальных научных направлений. В изучении данных вопросов значительный вклад внесли такие учёные, как В.А.Шелутко, М.К.Смахтин, Н.Л.Фролова, А.М.Арифжанов, Ф.Х.Хикматов, А.М.Фатхуллоев, Ф.А.Гаппаров, М.Р.Икрамова, Чэнь Сяохун, Чжан Юн, Р.А.Исангулов, А.С.Ибрагимов, Ф.Охунов, З.Абдулхаев и другие. Их научные исследования имеют важное значение, а разработанные ими подходы получили широкое применение в прикладных исследованиях.

На основе вышеизложенного научного анализа сформулированы цели и задачи настоящего диссертационного исследования, направленные на совершенствование гидрогеолого-мелиоративного мониторинга орошаемых земель, а также на повышение эффективности оценки динамики подземных вод с использованием ГИС-среды и методов математического моделирования.

Во второй главе диссертационной работы под названием “**Полевые исследования, проведённые в естественных условиях**” определены природно-географические, гидрологические, климатические, геологические и гидрогеологические условия района расположения объекта исследования, а также механический состав почв. Кроме того, с учётом изменчивости подземных вод в полевых условиях был рассчитан расход фильтрации.

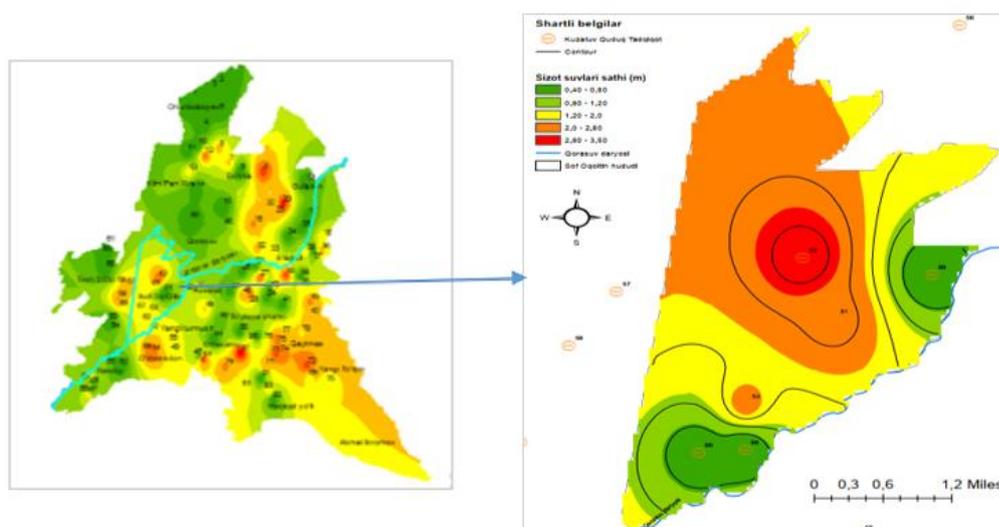


Рис. 1. Карта района исследований

На территории Уртачирчикского района Ташкентской области, на правобережной части реки Карасув в районе Найманского гидроузла (ПК 641+14), на орошаемых землях были проведены комплексные исследования в существующих и вновь оборудованных наблюдательных скважинах в естественных полевых условиях. На основе полученных данных установлены закономерности влияния природных и антропогенных факторов на формирование, движение и пространственное распределение подземных вод в соответствии с гидрогеологическими принципами. Полевые исследования, выполненные с применением современных измерительных приборов, широко используемых в развитых странах, таких как Diver Data Logger и GPS-устройства, а также методов гидродинамического анализа и пьезометрических наблюдений, показали, что динамика подземных вод определяется преимущественно сезонными изменениями речного стока и режимом орошения.

Для обеспечения непрерывного мониторинга указанных процессов наблюдательные скважины были оснащены автоматическими устройствами типа DIVER, передающими данные в дистанционном режиме (рис. 2).

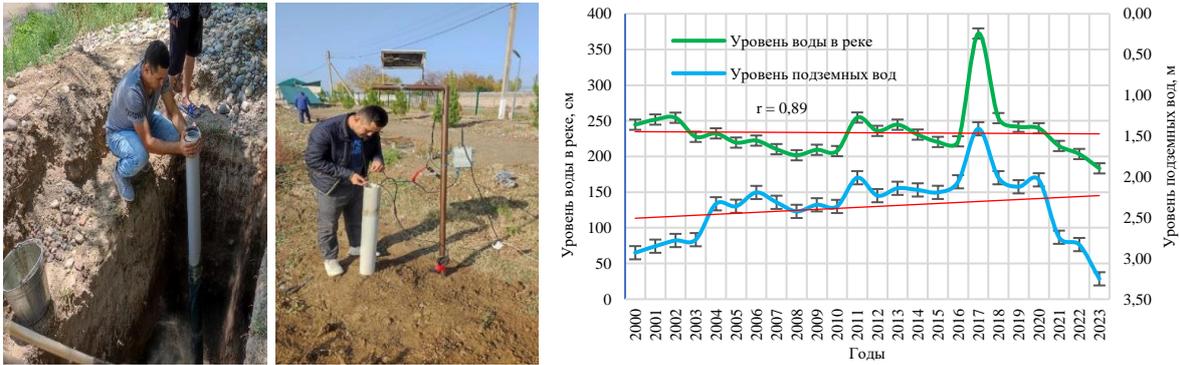


Рис. 2. Установка дополнительных наблюдательных скважин и система мониторинга в исследуемом районе

Распределение подземных вод по территории оказалось значительно зависимым от формы рельефа, гидрологических условий и литологического строения, а также от интенсивности орошения и изменения количества атмосферных осадков. Достоверность полученных результатов подтверждена анализом многолетних гидрогеологических наблюдений и динамикой гидрологического режима реки. Графический анализ показал наличие сильной статистической зависимости между уровнями воды в реке Корасув и подземными водами, при этом коэффициент корреляции составил $r = 0,89$. Это указывает на то, что колебания уровня реки оказывают непосредственное и существенное влияние на формирование подземных вод и их сезонную динамику.

В третьей главе диссертации “**Эффективность использования ГИС-технологий при оценке динамики уровня подземных вод**” динамика подземных вод в исследуемом районе была проанализирована с использованием современных геоинформационных технологий (ГИС), что позволило определить движение и распределение подземных вод на орошаемых территориях. Изменения подземных вод в районе первоначально оценивались методом интерполяции IDW, поскольку данный метод позволяет быстро и эффективно рассчитывать значения на основе наблюдательных точек и выявлять общие тенденции пространственной изменчивости. При этом динамика подземных вод на участках с различными способами орошения (капельное, дождевальное, традиционное), а также в зонах влияния реки, оценивалась с помощью метода Кригинга. Такой подход позволил с высокой точностью отразить пространственную изменчивость и определить радиус воздействия инфильтрации реки.

Изначально данные, полученные из наблюдательных скважин, были проанализированы с помощью программы ArcMap. Этот программный продукт был выбран, так как позволяет обрабатывать и визуализировать данные на основе пространственных координат. Далее было проведено оценивание распределения уровня подземных вод по территории с применением метода интерполяции IDW. Данный метод позволил, используя значения в наблюдательных точках, определить непрерывное распределение подземных вод по всей площади и сформировать общие карты IDW (рис. 3).

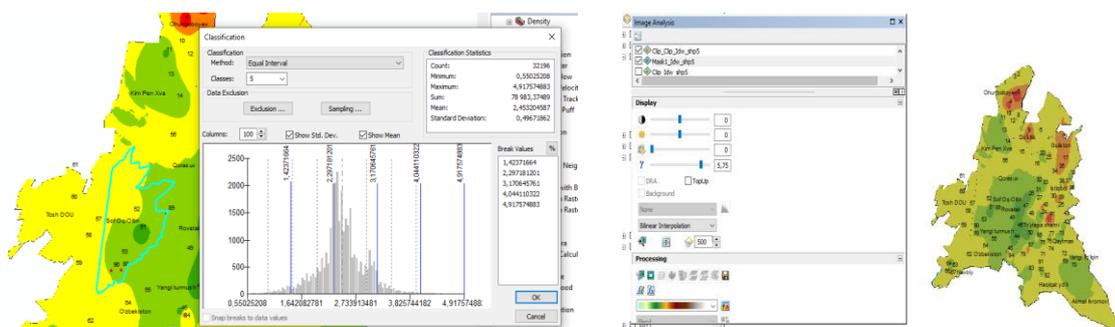


Рис. 3. Оценка пространственных изменений уровня подземных вод в исследуемом районе методом IDW

Согласно карте, построенной методом интерполяции IDW, уровень подземных вод в исследуемом районе в основном варьируется в диапазоне 2,10-3,20 м. Для интерполяции IDW по территории исследуемого района были заданы параметры: степень power $p = 2$, радиус 500 м и количество точек 6, что соответствовало пространственному распределению и плотности наблюдательных точек. Дополнительные коэффициенты веса (1,3 для ближайших точек и 0,9 для удалённых) позволили повысить точность модели и её пространственную репрезентативность. На основе полученных результатов возникает необходимость прогнозирования пространственного распределения уровня подземных вод и изменений в зоне влияния реки. С этой целью в последующем анализе использовался метод Кригинга, основанный на параметрах вариограммы и обладающий возможностью прогнозирования. На основе многолетних наблюдений и данных, полученных в природных условиях, была проанализирована изменчивость уровня подземных вод в исследуемом районе (рис. 4).

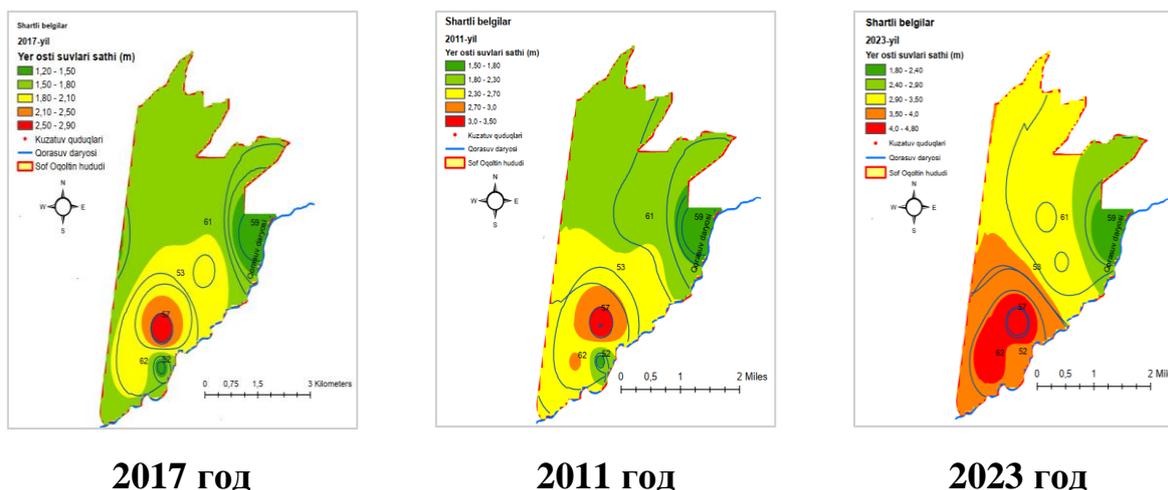


Рис. 4. Результаты оценки динамики уровня подземных вод в районе в характерные годы реки Карасув методом Кригинга

Анализ результатов, полученных по методу Кригинга в пределах исследуемой территории (41.053421°N, 69.254903°E), показал, что динамика уровня подземных вод находится в прямой зависимости от гидрологических условий года, то есть от водности реки. В частности, в многоводный 2017 год

уровень подземных вод находился в диапазоне 1,20-2,90 м, что обусловлено увеличением гидравлического градиента и интенсификацией фильтрационных потоков между руслом реки и орошаемыми участками. В среднем по водности 2011 году уровень подземных вод составлял 1,50-3,50 м, при этом в гидрогеологических условиях наблюдалась относительная стабильность, хотя пространственная неоднородность сохранялась. В маловодный 2023 год уровень подземных вод изменялся в пределах 1,80-4,80 м, что свидетельствует о заметном снижении влияния реки; внедрение водосберегающих технологий орошения (капельного и дождевального) оказало дополнительное воздействие на водный режим исследуемых площадей.

Метод кригинга, основанный на данных о уровнях подземных вод, зафиксированных в гидрогеологических наблюдательных скважинах, позволяет моделировать и прогнозировать пространственное распределение и вероятные уровни подземных вод по территории. Данный метод обеспечивает возможность определения пространственных особенностей гидрологических и гидрогеологических процессов, управления водным режимом, установления границ влияния реки, а также анализа баланса подземных вод.

Кроме того, в исследовании для оценки взаимосвязи уровня реки и подземных вод на участках с различными способами орошения использовались модели Дэниела Хиллела, Роберта Эванса и Джона Нильсона (Таблица 1).

Поскольку на территории исследования имеются участки, на которых применяются различные методы орошения, для каждого из них была определена динамика изменения уровней подземных вод с использованием моделей Дэниела Хиллела, Роберта Эванса и Джона Нильсона. Полученные результаты были сравнены и проанализированы с расчетными значениями, полученными на основе метода Кригинг (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение результатов полевых наблюдений, Кригинга и моделей уровня подземных вод на участках с различными способами орошения

Орошаемая территория	Полевое измерение (м)	Результат Кригинга (м)	Название модели	Результат модели (м)	Разница между полевыми и кригинговыми данными (м)
Капельное	3,44	3,40	Модель Дэниела Хиллела	3,18	0,04
Дождевое	3,38	3,31	Модель Роберта Эванса	3,16	0,07
Традиционное	3,36	3,46	Модель Джона Нильсона	3,07	0,10

Полевые измерения, результаты, полученные с использованием различных моделей, а также данные, рассчитанные по методу Кригинга, были сопоставлены и проанализированы. Результаты показали наличие различий

между модельными значениями, что связано с влиянием реки и применяемыми способами орошения.

Гидрологический режим реки оказывает постоянное воздействие на динамику уровня подземных вод в пределах исследуемой территории, при этом зона влияния напрямую зависит от изменений уровня воды в реке. В частности, в 2017 году, когда наблюдался максимальный уровень воды, площадь зоны влияния составила $F=11,64 \text{ км}^2$. В 2023 году, при минимальном уровне воды в реке (184,3 см), среднегодовой уровень подземных вод снизился до 3,05 м, а площадь зоны влияния уменьшилась до $F=4,06 \text{ км}^2$. Использование данных дистанционного зондирования и метода кригинга позволило более точно оценить пространственные изменения уровня подземных вод и определить границы их распространения.

Анализ информации дистанционного зондирования с применением кригингового моделирования способствовал разработке дистанционных методов мониторинга гидрогеологического режима орошаемых земель.

В четвёртой главе диссертации под названием **“Оценка динамики подземных вод на основе цифровых технологий”** цифровая геофильтрационная модель, отражающая гидравлическую связь между рекой и грунтовыми водами на орошаемых землях в зоне влияния реки Корасув, была усовершенствована с использованием параметров метода кригинга и двухмерной модели движения грунтовых вод Busineks.

Для исследуемой территории, расположенной на правом берегу реки Корасув, геофильтрационная модель для данной области была принята на основании граничных условий ($\frac{\partial h}{\partial y} = 0$) и ($Q_{kq} = 0$) следующим образом:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + f(x, t) \quad (1)$$

Здесь $h(x, y, t)$ - уровень грунтовых вод [м], k_x, k_y - коэффициенты фильтрации [м/сут], $\frac{\partial h}{\partial x} = (K_x h \frac{\partial}{\partial x})$; - то есть поток грунтовых вод согласно закону Дарси-Дюпюи; h - толщина слоя [м].

Для учета влияния орошения и других климатических факторов на изменения грунтовых вод в регионе функцию $f(x, t)$ принимают следующим образом:

$$f(x, t) = \frac{P(t) + I(t) - ET(t) - \Delta S(t)}{1000} \quad (2)$$

Здесь f - насыщение грунтовых вод с учётом орошения и климатических факторов [м/сут]; (t) - атмосферные осадки [мм]; $I(t)$ - норма орошения [мм]; $ET(t)$ – эвапотранспирация [мм]; $\Delta S(t)$ - влажность почвы [мм].

Для выявления факторов, влияющих на многолетние и сезонные колебания уровня подземных вод на орошаемых территориях, была использована следующая базовая зависимость:

$$h_{\text{баз}}(x, t) = \sqrt{h(0, t)^2 + \frac{2f(t)L}{K}x - \frac{f(t)}{K}x^2} \quad (3)$$

На последующем этапе для повышения точности расчетов в базовую модель был введён параметр Кригинг, при этом для каждой наблюдательной скважины определялась разность:

$$\partial h(x_i t) = h_{\text{скважина}}(x_i, t) - h_{\text{база}}(x_i, t) \quad (4)$$

С целью периодической оценки пространственного распределения уровней подземных вод и выполнения пространственной интерполяции была сформирована ковариационная функция на основе параметров вариограммы метода Kriging: nugget (o) - начальная дисперсия, sill (s) - предельное значение общей дисперсии, range (n) - радиус корреляционного влияния. В результате окончательная модель гидрофильтрационных процессов была представлена в виде:

$$\hat{h}(x, t) = h_{\text{база}}(x, t) + \delta \hat{h}(x, t) \quad (5)$$

Данная геофильтрационная модель разработана с целью количественной оценки процессов формирования, движения и распределения подземных вод на орошаемых территориях, а также выявления изменений, происходящих под воздействием природных и антропогенных факторов. Сопоставление рассчитанных значений уровней подземных вод с данными, полученными при полевых наблюдениях в наблюдательных скважинах, позволило выполнить калибровку модели и определить фактическое пространственное распределение уровней подземных вод по территории. Для оценки достоверности результатов моделирования уровня подземных вод вблизи реки Карасув было проведено сравнение расчетных данных с результатами полевых измерений. Полученные результаты представлены на рисунке 5.

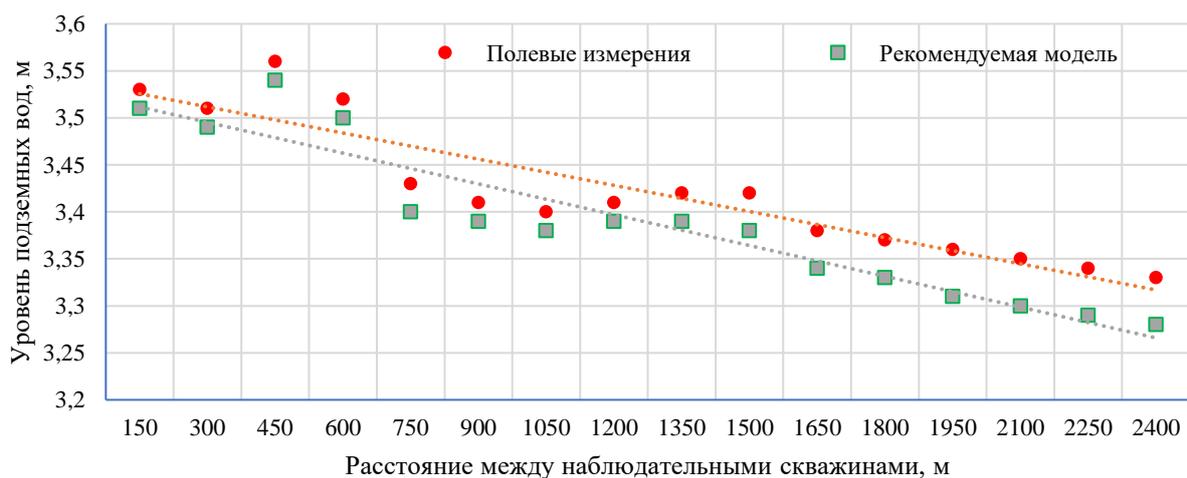


Рис. 5. Сравнение уровней грунтовых вод, измеренных в наблюдательных скважинах, с рассчитанными с помощью модели

Из графика видно, что полевые измерения уровня грунтовых вод в наблюдательных скважинах (красные точки) в значительной степени совпадают с результатами, полученными по рекомендуемой модели (зеленые точки). Согласно результатам анализа, расхождение между полевыми

измерениями и модельными значениями составляет в среднем $\pm 0,12-0,20$ м, при этом среднеквадратичная ошибка (RMSE) равна 0,046 м. Кроме того, коэффициент детерминации (R^2) равен 0,74, что свидетельствует о высокой степени достоверности модели.

В рамках исследования была разработана мобильная программа «Наблюдательные скважины», созданная на платформе Flutter и функционирующая на операционной системе Android 12+. Данное приложение служит для дистанционного наблюдения за уровнем, давлением, температурой и минерализацией подземных вод, а также для автоматического сбора и анализа данных. Разработанное приложение повышает оперативность и точность гидрогеологических наблюдений на 60-70 %, а также улучшает эффективность мониторинга. (рис. 6).



Рис. 6. Общий вид мобильного приложения Наблюдательные скважины

Программное обеспечение, разработанное для системы дистанционного мониторинга, обеспечивает автоматический сбор, хранение и анализ данных, полученных из наблюдательных скважин. Программа интегрирована с микроконтроллерами и IoT-модулями, что позволяет в режиме реального времени фиксировать такие параметры, как уровень грунтовых вод, давление, температура и минерализация. Полученные данные передаются через облачный сервер в центральную базу данных и анализируются на визуальной платформе, основанной на технологии ГИС.

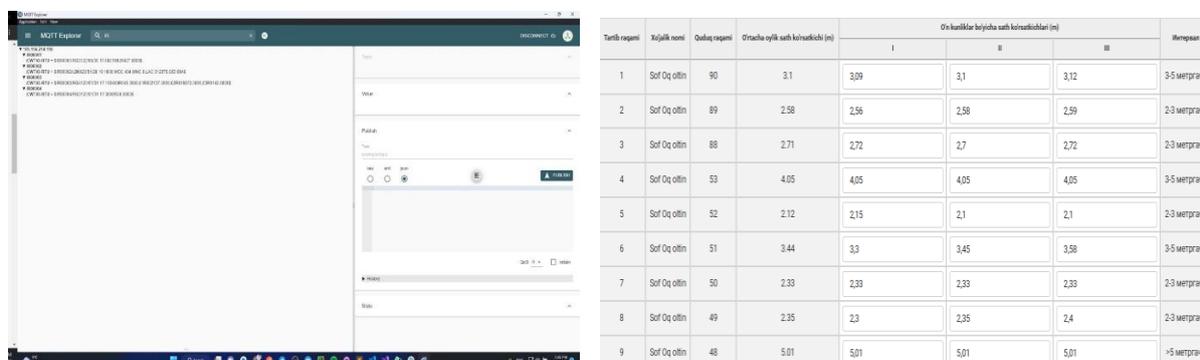


Рис. 7. Процесс загрузки данных, измеренных с помощью мобильного приложения для наблюдательных скважин, из базы данных

Данное мобильное приложение “Наблюдательные скважины”, основанное на технологии IoT обеспечивает передачу данных на центральный сервер и их автоматический анализ. Такой подход позволяет с высокой точностью оценивать гидрогеологические процессы, повышать эффективность мониторинговых работ, а также сокращать финансовые затраты на 75-85 % по сравнению с традиционными методами наблюдений.

ВЫВОДЫ:

На основании исследований, проведённых в рамках диссертационной работы на тему “Оценка влияния гидрологического режима реки на подземные воды в орошаемых территориях (на примере реки Карасув)”, сформулированы следующие выводы:

1. На основании анализа многолетних наблюдений установлено, что формирование и долговременные изменения уровня подземных вод в орошаемых землях тесно связаны с гидрологическим режимом реки, природно-геологическими условиями, а также с проведением ирригационно-мелиоративных мероприятий. Данный факт научно обоснован как один из важнейших факторов комплексной оценки режима подземных вод и эффективного использования водных ресурсов.

2. Путём интеграции технологий дистанционного зондирования, геоинформационных систем, геостатистической интерполяции Kriging и методов геофильтрации была разработана усовершенствованная модель оценки влияния гидрологического режима реки на подземные воды. Данная модель позволяет количественно оценивать гидрологические и ирригационные взаимосвязи, а также надёжно прогнозировать динамику подземных вод по различным сценариям.

3. На основе анализа данных наблюдательных скважин проведена количественная оценка факторов, влияющих на многолетние и сезонные колебания уровня подземных вод. Установлено, что в формировании подземных вод доля ирригационных источников составляет 47-49%, прямое влияние реки – 20-29%, атмосферных осадков - 1-3%. Полученные результаты показали, что при управлении динамикой подземных вод важно учитывать как ирригацию, так и режим реки.

4. В программе ArcMap с использованием метода интерполяции IDW были построены карты сезонных и многолетних изменений уровня подземных вод в орошаемых землях. Данные тематические карты обеспечивают возможность мониторинга и анализа мелиоративного состояния орошаемых территорий в режиме реального времени.

5. На основе исследований, проведённых в полях с различными методами орошения, была выполнена оценка сезонных изменений уровня подземных вод с применением модели Kriging. Сравнение полевых измерений и модельных данных показало незначительные расхождения: при традиционном орошении - 3,36 м против 3,46 м (разница 0,10 м), при дождевании - 3,38 м против 3,31 м (0,07 м), при капельном орошении - 3,44 м против 3,40 м (0,04

м). Также подтверждена высокая степень корреляции между уровнем реки и уровнем подземных вод ($r = 0,89$).

6. На основе данных дистанционного зондирования и модели интерполяции Kriging разработаны карты зон влияния в зависимости от изменений уровня воды в реке (при $H_{\max}=372,4$ см площадь зоны влияния $F_{\max}=11,64$ км²; при $H_{\min}=183,4$ см - $F_{\min}=4,06$ км²). На этой основе предложен новый эффективный метод глобального мониторинга подземных вод в орошаемых землях с использованием технологий дистанционного зондирования и Kriging.

7. Для обеспечения дистанционного мониторинга подземных вод в орошаемых землях создано мобильное приложение (№ DGU 49345), которое совместно с прибором DIVER позволило упростить процесс отслеживания изменений уровня воды в скважинах в режиме реального времени. В результате эффективность полевых наблюдательно-измерительных работ повысилась в 2,5 раза, а трудозатраты на проведение измерений сократились на 75-85%.

8. На основе результатов исследований разработанные научно-практические рекомендации были внедрены в деятельности Мелиоративной экспедиции при Чирчик-Ахангаронском управлении ирригационных систем и Амударьинско-Бухарском управлении ирригационных систем. В результате внедрена практическая система мониторинга, обеспечивающая наблюдение за уровнем подземных вод в режиме реального времени, их прогнозирование и дистанционный контроль в орошаемых землях.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSC.03/30.12.2019.T.10.02 FOR THE AWARD OF
SCIENTIFIC DEGREES AT THE “TASHKENT INSTITUTE OF
IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS”
NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY**

**“TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH
UNIVERSITY**

KHAMROKULOV JASURJON SAYLI OGLI

**THE IMPACT ASSESSMENT OF THE HYDROLOGICAL REGIME
RIVER IN IRRIGATED AREAS TO GROUNDWATER RESOURCES (IN
EXAMPLE OF KARASUV RIVER)**

05.09.07 – Hydraulics and Engineering Hydrology

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF
PHILOSOPHY (PhD) IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

The topic of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences has been registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No. B2025.1.PhD/T5499.

The dissertation was carried out at the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University.

The dissertation abstract (author's abstract) has been published in three languages (Uzbek, Russian, and English (summary)) on the website of the Academic Council (www.tiame.uz) and on the Ziyonet Information and Education Portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:	Fatkullayev Alisher Mirzotillayevich Doctor of Technical Sciences, Professor
Official opponents:	Ikramova Malika Rakhimberdiyevna Doctor of Technical Sciences, Professor Okhunov Farrukhjon Abduqahorovich Doctor of Philosophy (PhD) in Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher
Leading organization:	National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

The defense of the dissertation will take place at the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.10.02 under the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University on «_____» _____, 2025 at _____ a.m./p.m. Address: 39 Kori Niyoziy Street, Tashkent, 100000, Uzbekistan. Tel.: (+998 71) 237-22-67, Fax: (+998 71) 237-54-79, E-mail: admin@tiame.uz

The dissertation is available for review at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers National Research University (registered under No. _____). Address: 39 Kori Niyoziy Street, Tashkent, 100000, Uzbekistan. Tel.: (+998 71) 237-19-45, E-mail: admin@tiame.uz.

The dissertation abstract was distributed on «» _____, 2025.

(Minutes of the register No. _____ dated «» _____, 2025).

A.T. Salohiddinov

Chairman of the Scientific Council for the Awarding of Academic Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

F.A. Gapparov

Scientific Secretary of the Scientific Council for the Awarding of Academic Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

A.M. Arifjanov

Chairman of the Scientific Seminar under the Scientific Council for the Awarding of Academic Degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (Abstract of Doctor of Philosophy (PhD) Dissertation)

The aim of the research is to improve the methodology for assessing the impact of the river's hydrological regime on groundwater dynamics in irrigated areas using remote sensing technologies.

The objectives of the research are:

To identify and quantitatively assess the main factors influencing the long-term and seasonal dynamics of groundwater levels based on data from existing and newly installed hydrogeological observation wells in the study area;

To create a thematic electronic map database in the ArcGIS environment using the Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation method, based on the obtained theoretical and practical research results as well as measurement and observation data collected under natural field conditions;

To evaluate the sensitivity of groundwater regime in the area to natural and anthropogenic factors using the Kriging interpolation method (named after D.G. Krige), based on data on the river's hydrological regime and the hydrogeological conditions of the area;

To develop a software tool (GIS module) based on geoinformation technologies and satellite data that enables remote monitoring of the groundwater regime in irrigated areas.

The scientific novelty of the research consists of the following:

The dynamics of groundwater in irrigated areas located within the river's influence zone were assessed by integrating the Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation method in the ArcMap environment;

A method for evaluating changes in the groundwater level zones in irrigated areas using the Kriging interpolation method was developed, taking into account the river's hydrological regime and the irrigation regime of the area;

A geofiltration model of groundwater flow was refined, considering the factors affecting the long-term and seasonal variations of groundwater levels;

A mobile application was developed for remote monitoring of changes in the hydrogeological regime in irrigated areas.

Implementation of the research results. Based on the results obtained on the topic of assessing the impact of the river's hydrological regime on groundwater in irrigated areas (using the Korasuv River as an example): Recommendations for mapping and analyzing hydrogeological monitoring of irrigated lands using the IDW interpolation method in ArcMap were implemented at the Melioration Expedition under the Chirchiq-Ohangaron Irrigation Systems Basin Administration. (Reference: Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan, 15 March 2025, No. 04/19-1155). As a result, a monitoring system was established that enables real-time observation of the meliorative condition of irrigated lands based on maps;

Recommendations for assessing and forecasting groundwater levels using the Kriging geostatistical interpolation method were implemented at the Melioration Expedition under the Chirchiq-Ohangaron Irrigation Systems Basin Administration. (Reference: Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan, 15 March

2025, No. 04/19-1155). As a result, it became possible to forecast the meliorative condition of irrigated lands under the influence of the river;

The mobile application developed for remote monitoring of changes in the hydrogeological regime of irrigated lands was implemented at both the Melioration Expedition under the Chirchiq-Ohangaron Irrigation Systems Basin Administration and the Amu-Bukhara Irrigation Systems Basin Administration. (References: Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan, 15 March 2025, No. 04/19-1155; Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan, 08 April 2025, DGU Certificate No. 49345). As a result, the efficiency of field observation work increased by 2.5 times, and labor costs associated with measurement and monitoring operations were reduced by 75-85%.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 123 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Fatxulloev A.M., Hamroqulov J.S., Nazaraliyev D.V. Integrated GIS-based analysis of groundwater level variations in response to irrigation in the Karasuv river basin using inverse distance weighting (IDW) // Web of Agriculture: Journal of Agriculture and Biological Sciences. Volume: 03 Issue: 5 / 2025 Spain. 29-38 p. (ResearchBib; №14)
2. Фатхуллаев А.М., Хамроқулов Ж.С. Дарё ва суғориш усуллари таъсирини ҳисобга олган ҳолда ер ости сувлари сатҳининг ўзгаришини баҳолаш. “AGRO ILM” журналі 3-сон [111], 2025 / Ўзбекистон. -Б. 100-101. (05.00.00; №3)
3. Fatxulloev A.M., Hamroqulov J.S., Gafarova A.I. Sug'oriladigan maydonlardagi yer osti suvlarining raqamli geofiltratsion modelini asoslash. “Irrigatsiya va melioratsiya” ilmiy-texnik jurnali. -№1 son (35), Toshkent, -2024 yil. –B. 6-9. (05.00.00; №22)
4. Hamroqulov J.S., Nazaraliyev D.V., Adhamjonov H.M. Daryo gidrologik rejimining o'zgarishiga iqlimiy omillarning ta'sirini baholash. Journal of Integrity in Ecosystems and Environment. Volume: 2 Issue: 5 Year: 2024. (ResearchGate; №41)

II bo'lim (II часть; II part)

5. Alisher Fatxulloev, Jasurjon Hamroqulov, Aziza Gafarova. Assessment of influence of groundwater dynamics on meliorative condition of irrigated territories on base of GIS case study of Karasuv river basin. AIP Conference Proceedings 3256, 020064 (2025). doi.org/10.1063/5.0267003.
6. Khamrokulov J.S., Fatkhulloev A.M., Hydrogeological analysis of groundwater filtration discharge in the Karasuv river basin. Conference of modern Science & pedagogy. Vol. 1 No. 2 (2025) Washington / USA. 199-206 p.
7. Fatxulloev A.M., Hamroqulov J.S., Sug'oriladigan maydonlarda yer osti suvlarining tarqalishini GAT asosida raqamli xaritalashtirish. “Models and methods for increasing the efficiency of innovative research: a collection scientific works of the International scientific conference (2025) – Berlin / Germany. 278 – 281 p.
8. Fatxulloev A.M., Hamroqulov J.S., Nazaraliyev D.V., Gafarova A.I. The impact of open irrigation networks on groundwater in arid regions: current challenges and solutions. The conference dedicated to the 90th anniversary of the “TIAME” National Research University, International Scientific Conference 2025. Tashkent / Uzbekistan. 234 - 252 p.
9. Hamroqulov J.S., Fatxulloev A.M., Gafarova A.I. Yer osti suvlari rejimi mobil ilovasi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma, O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi guvohnomasi № DGU 49345, 08.04.2025

10. Фатхуллаев А.М., Ҳамроқулов Ж.С. Ер ости сувлари режимининг ўзгаришини мобил иловалар ёрдамида мониторинг қилишни ташкил этиш. “Актуальные проблемы наук о Земле” // Материалы республиканской научной конференции / Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. Ташкент-2024. 1-том. 3-шўба. -Б. 189-191.

11. Юсупов Г.У., Ҳамроқулов Ж.С. Суғориладиган майдонларда тарқалган сизот ва осма сизот сувлари ва уларни ерларнинг мелиоратив ҳолатига таъсири. “Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари” мавзусидаги анъанавий XVI-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабалар илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. Тошкент, ТИМИ 2017. -Б. 120-123.

Avtoreferat “O‘zbekiston qishloq va suv xo‘jaligi” agrar-iqtisodiy, ilmiy-amaliy tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (18.09.2025 y.).



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 29.09.2025-yil.
Bichimi: 60x84^{1/16} «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 2,6. Adadi 100. Buyurtma: № 142
Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09
Guvohnoma reestr № 10-3279
“IMPRESS MEDIA” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.