GIDROMETEOROLOGIYA ILMIY-TADQIQOTI INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

GIDROMETEORLOGIYA ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI

XURSANDOVA NARGIZA RASHIDOVNA

IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA QASHQADARYO HAVZASI SUV RESURSLARINI BAHOLASH VA ULARDAN SAMARALI FOYDALANISH BO‘YICHA ILMIY ASOSLANGAN TAVSIYALAR ISHLAB CHIQISH

11.00.03- Quruqlik gidrologiyasi. Suv resurslari. Gidrokimyo.

GEOGRAFIYA FANLARI BO`YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UO‘K: 556.18 (551.583)

Geografiya fanlari bo‘yicha falsafa (PhD) doktori dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по географическим наукам

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on geographical sciences

Xursandova Nargiza Rashidovna
Iqlim o‘zgarishi sharoitida Qashqadaryo havzasi suv resurslarini baholash va ulardan samarali foydalanish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish…….....3

Хурсандова Наргиза Рашидовна
Оценка водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья и разработка научно обоснованных рекомендаций по их эффективному использованию в условиях изменения климата.....……...21

Xursandova Nargiza Rashidovna
Assessment of water resources of the Kashkadarya River Basin and development of science-based recommendations for their effective use in climate change conditions…….....……...……39

E’lon qilingan ilmiy ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works……...43

GIDROMETEOROLOGIYA ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH

GIDROMETEOROLOGIYA ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI

XURSANDOVA NARGIZA RASHIDOVNA

IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA QASHQADARYO HAVZASI SUV RESURSLARINI BAHOLASH VA ULARDAN SAMARALI FOYDALANISH BO‘YICHA ILMIY ASOSLANGAN TAVSIYALAR ISHLAB CHIQISH

11.00.03- Quruqlik gidrologiyasi. Suv resurslari. Gidrokimyo.

GEOGRAFIYA FANLARI BO`YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy Attestatsiya komissiyasida B2024.3.PhD/Gr338 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uchta tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.nigmi.uz) va «Ziyonet» Axborot-ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Axmedova Tamara Abduraximovna** texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim
Rasmiy opponentlar:	**Muradov Shuxrat Odilovich** texnika fanlari doktori, professor
	Ziyayev Raxmat Raximovich geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
Yetakchi tashkilot:	**"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti huzuridagi Ilmiy darajalar beruvchi DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 raqamli Ilmiy kengashning 2026-yil « 8 » oktyabr soat 14^{00} dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100052, Toshkent sh., Bodomzor yo'li 1-tor ko'chasi, 72. Tel.: +998 71 2358512, faks: +998 71 2371319, E-mail: info@nigmi.uz).

Dissertatsiya bilan Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot institutining Ilmiy-texnik kutubxonasida tanishish mumkin (№242 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100052, Toshkent sh., Bodomzor yo'li 1-tor ko'chasi, 72. Tel.: +998 71 2358516, faks: +998 71 2371319.

Disertatsiya avtoreferati 2026 yil « 23 » sentyabr kuni tarqatildi.

(2026 yil «____» _____ dagi _____ raqamli reestr bayonnomasi).

B.M.Xolmatjanov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi, g.f.d.

B.E.Nishonov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.n.

D.M.Turgunov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash qoshidagi ilmiy seminar
raisi, g.f.d.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda global iqlim o‘zgarishi suv resurslarining shakllanishi va taqsimlanishida kuzatilayotgan o‘zgarishlar qator mintaqalarda suv ta’minoti darajasining pasayishi va suv stressi xavfining ortishini kuzatilishi barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Butun Jahon meteorologiya tashkiloti hisobotida “So‘nggi o‘n yilliklarda iqlim o‘zgarishi, aholi sonining muttasil o‘sishi hamda suv iste’molining ortishi natijasida chuchuk suv resurslari tanqisligi kuchayib, daryo havzalariga tushayotgan bosim sezilarli darajada ortmoqda” deb ta’kidlangan[1]. Ushbu holat daryo havzalaridagi suv resurslarini kompleks baholash, ulardan samarali foydalanish hamda ilmiy asoslangan boshqaruv yondashuvlarini ishlab chiqish zarurliginin taqozo etmoqda.

Dunyoda suv resurslarini baholash, barqaror boshqarish usullarini takomillashtirish, oqilona taqsimlash hamda foydalanish samaradorligini oshirish, iqlim o‘zgarishi ssenariylari asosida kelajakda daryolar suv resurslarini masofadan zondlash yordamida baholash, ularning monitoringini takomillashtirish uchun kompleks yondashuvlarni ishlab chiqish masalalari bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, iqlim o’zgarishi sharoitida suv resurslarini baholash va ulardan samarali foydalanish, suv taqchilligi muammosini yumshatish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda daryolar suv resurslaridan oqilona foydalanish, ularni boshqarish tizimini takomillashtirish va suv xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda va bu borada muayyan ijobiy natijalarga erishilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston-2030 strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son Farmoni bilan tasdiqlangan “O‘zbekiston-2030” strategiyasining 62-maqsadida “respublika suv resurslarining uzoq muddatli suv balansini ishlab chiqish va uni doimiy monitoring qilish tizimini joriy etish”[2] bo‘yicha muhim vazifalar belgilangan. Bu borada, suv resurslari monitoringini takomillastirish, daryo havzalari suv resurslarini kompleks baholash, ularning shakllanish va taqsimlanish sharoitlarini tahlil qilish, iqlim o’zgarishi sharoitida suvdan oqilona va samarali foydalanishga qaratilgan ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish masalalari muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston-2030 strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son va 2020-yil 10-iyuldagi “O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6024-son Farmonlari, 2019-yil 9-oktyabrdagi “Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4486-son, 2023-yil 1-apreldagi “Suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish bo‘yicha kechiktirib bo‘lmaydigan chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-107-son Qarorlari hamda mazkur

[1] World Meteorological Organization, 2024. https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024

[2] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentyabrdagi “O‘zbekiston-2030 strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son Farmoni https://lex.uz/docs/6600413

faoliyatga tegishli boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. “Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq holda bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Jahonning arid mintaqalaridagi daryolar suv resurslarining shakllanishi, ularning makon va zamonda o‘zgarishi, iqlimiy omillar ta’sirida gidrologik rejimning global iqlim o‘zgarishlariga nisbatan javob ta’siri masalalari T.W.Dahlke, J.Seibert, L.Menzel, H.Kunstmann, R.J.Harding, M.Hagemann, D.Viviroli, H.Gleick, A.Bergstrom, C.Frei, S.Haddeland, J.Alcamo, A.Arnell, B.Lehner, E.Samaniego, P.Wada, T.Stacke, F.Hattermann, J.Beven, R.Wilby, J.Prudhomme kabi xorijiy olimlar tomonidan tadqiq etilgan.

Sobiq ittifoq va MDH mamlakatlarida A.V.Obled, N.I.Koronkevich, G.A.Aleksandrova, V.I.Danilov-Danilyan, M.Yu.Bolgov, S.N.Korenkov, V.A.Borsuk, A.P.Makkaveyev, I.P.Shiklomanov kabi olimlarning ishlari tog‘li hududlarda suv resurslari shakllanishi, qor-muzliklar erishining gidrologik balansdagi o‘rni, bug‘lanish jarayonlari hamda iqlim o‘zgarishi sharoitida havzalarning suv ta’minoti rejimiga ta’sirini tahlil qilishga bag‘ishlangan. So‘nggi yillarda V.E.Gartsman, A.V.Alekseev, I.A.Gronskaya, E.V.Khristoforov kabi tadqiqotchilar suv resurslarini prognozlash va modellashtirishda raqamli texnologiyalarni joriy etish suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish masalalarini tadqiq etishga qaratilgan.

O‘zbekistonda suv resurslari va iqlim o‘zgarishlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik masalalariga bag‘ishlangan ilk tadqiqotlar E.M.Oldekop, L.K.Davidov tomonidan amalga oshirilgan. Keyinchalik mazkur masalalar bilan V.L.Shuls, O.P.Sheglova, V.A.Djordjio, P.M.Mashukov, A.M.Ovchinnikov, D.X.Salixova, G.Ye.Glazirin, G.N.Trofimov, V.Ye.Chub va boshqa olimlar shug‘ullanganlar. Hozirgi kunda iqlim o‘zgarishi va uning daryolar suv rejimi va oqimi miqdoriga ta’sirini o‘rganishga qaratilgan tadqiqotlar orasida F.H.Hikmatov, E.I.Chembarisov, R.Mirzaev, A.X.Karimov, Sh.O.Murodov, F.A.Gapparov, G.X.Yunusov, D.M.Turg‘unov, A.A.Gafurov kabilarning ishlari alohida e’tiborga loyiqdir.

Yuqorida qayd etilgan tadqiqotlarda daryolar oqimining hosil bo‘lishiga iqlimiy omillarning ta’siri yirik daryolar misolida o‘rganilgan, lekin, ularda Qashqadaryo havzasida suv resurslari shakllanishiga masofadan zondlash va gidrometeorologik ma’lumotlarning integratsiyasi, shuningdek, MATILDA modeli asosida suv resurslarini modellashtirish imkoniyatlari yetarli darajada o‘rganilmagan. Mazkur tadqiqot aynan Qashqadaryo havzasi sharoitida suv resurslarining dinamikasini modellashtirish, sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari bilan gidrologik kuzatuvlarni integratsiyalash hamda iqlim o‘zgarishi sharoitida suv resurslarini samarali boshqarish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishga qaratilganligi bilan yuqoridagi ishlardan farq qiladi.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya ishi

Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining ALM-202403110252-son “O‘zbekistondagi tabiiy ko‘llarning gidrologik rejimini zamonaviy geografik axborot tizimlaridan foydalangan holda modellashtirish” (2024-2027 yy.) mavzusidagi amaliy loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi iqlim o‘zgarishi sharoitida Qashqadaryo havzasining suv resurslarini zamonaviy modellar asosida baholash va ulardan samarali foydalanish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Qashqadaryo havzasining tabiiy-geografik va iqlim-gidrologik sharoitlarini o‘rganish, suv resurslarining shakllanishi hamda iqlim o‘zgarishi va relyef xususiyatlarining daryo oqimiga ta’sirini tahlil qilish;

MATILDA glyatcio-gidrologik modelining ishlash tamoyillarini o‘rganish, uni Qashqadaryo havzasining mahalliy sharoitga moslashtirish va meteorologik va masofadan zondlash ma’lumotlari asosida model aniqligini baholash;

masofadan zondlash (Landsat) va gidrometeorologik kuzatuv ma’lumotlarini taqqoslash, ularning o‘zaro bog‘liqligini aniqlash va suv resurslari monitoringini takomillashtirish uchun kompleks yondashuvni ishlab chiqish:

iqlim o‘zgarishi ssenariylari asosida kelajakda Qashqadaryo havzasida suv resurslarining o‘zgarishini baholash va suv resurslarini samarali boshqarish bo‘yicha amaliy tavsiyalarni ishlab chiqish.

Tadqiqotning ob’ekti sifatida Qashqadaryo havzasi daryolarining suv resurslari olingan.

Tadqiqotning predmetini iqlim o‘zgarishi sharoitida Qashqadaryo havzasi daryolari suv resurslarini baholash va havzadagi qor qoplami o’zgarishlarini aniqlash masalalari hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiyada gidrologik hisoblash, statistik baholash, regression tahlil, matematik modellashtirish, masofadan zondlash va GAT usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

MATILDA gidrologik modeli Qashqadaryo havzasining o‘ziga xos iqlim sharoiti (havo harorati, atmosfera yog‘inlari va ularning mavsumiy taqsimlanishi) va gidrologik xususiyatlari (daryo oqimining mavsumiy va yillik o‘zgaruvchanligi, qor va muzliklardan hosil bo‘ladigan oqim ulushi)ni hisobga olgan holda hududga moslashtirilgan;

suv omborlari hajmini baholashda masofadan zondlash (Landsat) ma’lumotlari va gidrometeorologik kuzatuvlar (suv omboridagi suv sathi va suv hajmi) o‘rtasidagi regression bog‘liqliklar aniqlangan;

Pachkamar va Chimqo‘rg‘on suv omborlarida suv hajmini masofadan zondlash ma’lumotlari asosida hisoblash algoritmi ishlab chiqilgan;

ERA5-reanaliz ma’lumotlari va qor chizig‘i kuzatuvlari asosida Qashqadaryo havzasida suv resurslarining o‘zgarish dinamikasi baholangan hamda suv resurslaridan samarali foydalanishga qaratilgan ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Tadqiqodning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

masofadan zondlash ma’lumotlari asosida Pachkamar va Chimqo‘rg‘on suv omborlarida suv yuzasi maydoni va suv hajmini avtomatik aniqlashga mo‘ljallangan amaliy algoritm ishlab chiqilgan;

CMIP6 iqlim ssenariylari asosida Qashqadaryo viloyati uchun 2100 yilgacha kutiladigan iqlim sharoitlari baholangan;

Qashqadaryo havzasida qor qoplami dinamikasini baholash maqsadida qor chizig‘i balandligini avtomatik hisoblash algoritmi ishlab chiqilgan;

Qashqadaryo havzasidagi daryolarning suvliligi darajasini hisobga olgan holda suv resurslaridan vegetatsiya davrida foydalanish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi dissertatsiya ishini bajarish jarayonida Suv xo‘jaligi vazirligi hamda Ekologiya va iqlim o‘zgarishi milliy qo‘mitasi huzuridagi Gidrometeorologiya xizmati agentligi tomonidan amalga oshirilgan standart gidrologik va gidrometeorologik kuzatuv ma’lumotlari va Yerni masofadan zondlash (MODIS, SRTM, Landsat, Sentinel) ma’lumotlari, hamda tarmoq ilmiy-tadqiqot muassasalari, jumladan, Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti va “Davlatsuvnazorat” agentligining axborot markazi materiallaridan foydalanilganligi bilan belgilanadi. Ma’lumotlarni qayta ishlashda umumiy qabul qilingan ilmiy-tadqiqot usullari qo‘llanilgan bo‘lib, olingan natijalar mazkur yo‘nalishdagi boshqa tadqiqotchilarning ilmiy ishlari bilan mos va uyg‘un ekanligi hamda tadqiqot natijalari amaliyotga joriy etilgani bilan ahamiyatlidir.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati unda olingan ilmiy xulosalardan, xususan, Qashqadaryo havzasida suv resurslarining shakllanishi, ularning fazoviy-davriy o‘zgaruvchanligi va iqlim omillarining gidrologik jarayonlarga ta’sirini aniqlash bo‘yicha ilgari surilgan ilmiy yondashuvlar, jumladan, MATILDA gidrologik modeli mahalliy iqlim-gidrologik sharoitlarga moslashtirilib, tog‘li hududlarda suv oqimini modellashtirishning yangi ilmiy asoslari ishlab chiqilganligi bilan belgilanadi. Ushbu natijalar Markaziy Osiyo tog‘li hududlarida iqlim o‘zgarishining gidrologik jarayonlarga ta’sirini modellashtirish bo‘yicha yangi ilmiy platforma yaratishga imkon beradi hamda iqlim-gidrologik modellashtirishning nazariy bazasini kengaytiradi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, olingan asosiy xulosalar va natijalar Qashqadaryo havzasida suv resurslarini baholash va boshqarishning zamonaviy tizimini shakllantirishga xizmat qiladi. Ish davomida ishlab chiqilgan monitoring modeli yordamida suv oqimi, qor chizig‘i dinamikasi va suv balansidagi o‘zgarishlar muntazam nazorat qilish va olingan regressiya natijalari suv resurslarini iqlim o‘zgarishi ssenariylari asosida prognozlash imkonini beradi. Shuningdek, tadqiqot asosida ishlab chiqilgan ilmiy tavsiyalar Qashqadaryo havzasida suv ta’minoti va meliorativ boshqaruv samaradorligini oshirish, suvdan oqilona foydalanish, hamda iqlim o‘zgarishiga moslashish bo‘yicha amaliy qarorlar ishlab chiqish uchun asos bo‘lib xizmat qilishi bilan belgilanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Iqlim o‘zgarishi sharoitida Qashqadaryo havzasi suv resurslarini baholash va ulardan samarali foydalanish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Qashqadaryo havzasining o‘ziga xos iqlim sharoiti (havo harorati, atmosfera yog‘inlari va ularning mavsumiy taqsimlanishi) va gidrologik xususiyatlari (daryo oqimining mavsumiy va yillik o‘zgaruvchanligi, qor va muzliklardan hosil bo‘ladigan oqim ulushi)ni hisobga olgan holda hududga moslashtirilgan MATILDA glyatsio-gidrologik modelidan Suv xo‘jaligi vazirligining “Amy-Qashqadaryo” irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasida daryo oqimini baholash va suv resurslarini boshqarishda foydalanilgan (O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligining 2026-yil 29-yanvardagi 04/20-403-son ma’lumotnomasi). Natijada, Qashqadaryo havzasida daryo oqimining mavsumiy va yillik o‘zgaruvchanligini hisobga olgan holda qisqa va uzoq muddatli baholash hamda prognozlash imkonini bergan;

suv omborlari hajmini baholashda masofadan zondlash (Landsat) hamda yer usti gidrometeorologik kuzatuv (suv omboridagi suv sathi va suv hajmi) ma’lumotlari o‘rtasidagi regressiiya tenglamalaridan Suv xo‘jaligi vazirligining “Amy-Qashqadaryo” irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasida suv omborlaridagi suv hajmini baholash va monitoring qilishda foydalanilgan (O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligining 2026-yil 29-yanvardagi 04/20-403-son ma’lumotnomasi). Natijada, Qashqadaryo havzasida mavjud suv omborlarining suv zaxiralarini operativ va ishonchli monitoring qilish, suv resurslarining holatini baholash hamda ularni boshqarish samaradorligini oshirish imkoniyatlari yaratilgan;

Pachkamar va Chimqo‘rg‘on suv omborlarida suv hajmini masofadan zondlash ma’lumotlari asosida aniqlangan algoritmdan Suv xo‘jaligi vazirligining “Amy-Qashqadaryo” irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasida suv omborlarining holatini baholash va monitoring qilishda foydalanilgan (O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligining 2026-yil 29-yanvardagi 04/20-403-son ma’lumotnomasi). Natijada, Qashqadaryo havzasida joylashgan suv omborlaridagi suv zaxiralarini masofadan turib aniqlash, ularning hajmiy o‘zgarishlarini operativ baholash hamda suv resurslarini boshqarish samaradorligini oshirish imkoniyatlari yaratilgan;

reanaliz tahlil ma’lumotlari va qor chizig‘i kuzatuvlari asosida Qashqadaryo havzasida suv resurslarining o‘zgarish dinamikasi hamda suv resurslaridan samarali foydalanishga qaratilgan ilmiy asoslangan tavsiyalardan O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligining “Amy-Qashqadaryo” irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasida suv resurslarini boshqarish va rejalashtirish jarayonlarida foydalanilgan (O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligining 2026-yil 29-yanvardagi 04/20-403-son ma’lumotnomasi). Natijada, Qashqadaryo havzasida daryo oqimining o‘zgaruvchanligini hisobga olgan holda mavjud suv resurslaridan oqilona va samarali foydalanish, suv ta’minoti barqarorligini oshirish bo‘yicha istiqbolga mo‘ljallangan chora-tadbirlar rejasiga aniqlik kiritish imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya ishining asosiy natijalari 7 ta xalqaro va 1 ta respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy

attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 7 ta maqola, jumladan, 5 tasi respublikada va 2 tasi xorijiy jurnallarda chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 112 betni tashkil etgan.

DISSERTASIYANING ASOSIY MAZMUNI

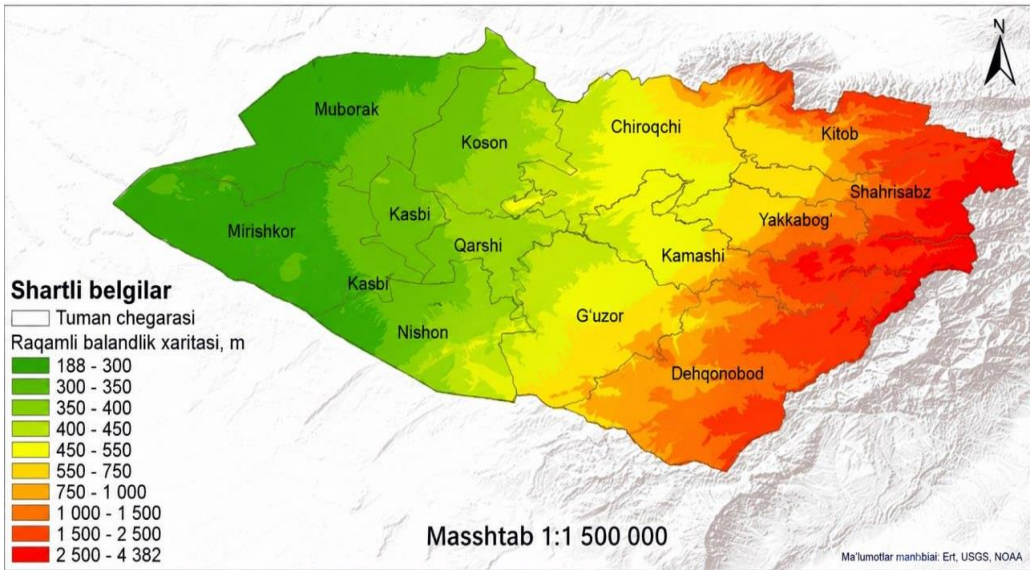
Kirish qismida bajarilgan tadqiqot ishi mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, mavzuning respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, ishning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasi bilan bog’liqligi qayd etilgan, muammoning o’rganilganlik darajasi baholangan, dissertatsiyaning maqsadi va vazifalari, tadqiqot ob’ekti va predmeti tavsiflangan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, ularning amaliyotda joriy qilinishi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tarkibiy tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertasiyaning **«Qashqadaryo havzasi tabiiy-geografik sharoiti»** deb nomlangan birinchi bobida Qashqadaryo havzasining tabiiy-geografik sharoitlariga qisqacha tavsif berilgan. Qashqadaryo viloyatining iqlim sharoitining o‘ziga xos xususiyatlari, oxirgi yillarda kuzatilgan ma’lumotlar asosida tahlil qilingan hamda CMIP6 global iqlim proeksiyalari asosida Qashqadaryo viloyati iqlimining uzoq kelajakda kutiladigan prognozi yoritilgan.

Viloyat iqlimining harorat rejimi, atmosfera yog‘inlarining taqsimlanishiga oid ko‘rsatkichlar tahlil qilingan. Shuningdek, havzaning daryo tarmoqlari, suv yig‘ilish maydoni, muzliklar va suv omborlarining havza gidrologiyasidagi o‘rni bayon etilgan. So‘nggi o‘n yilliklarda suv resurslarining kamayishiga olib kelayotgan omillar - atmosfera yog‘inlarining kamayishi, havo haroratining ortishi, muzliklar maydonining qisqarishi va suvdan foydalanish intensivligining oshishiga olib keluvchi omillar asoslab berilgan.

Qashqadaryo viloyati Pomir-Oloy tog‘ tizimining g‘arbiy qismida, Hisor va Zarafshon tog tizmalari oralig‘ida joylashgan. Viloyat chegaralarining umumiy uzunligi 795 km ni tashkil etadi. Shundan 405 km qismi tog‘li hududlar, 390 km qismi esa tekislik hududlari orqali o‘tadi (1-rasm).

Viloyat iqlimi keskin kontinental bo‘lib, yozi uzoq davom etadigan, quruq va juda issiq, qishi esa nisbatan yumshoq, tog‘li hududlarda esa sovuq kechadi. Havo haroratining yillik amplitudasi yuqori bo‘lib, eng past harorat –20 °C gacha, eng yuqori harorat esa +45 °C gacha yetadi. Yillik atmosfera yog‘inlari hududning relyefiga qarab sezilarli farqlanadi. Tekislik hududlarida yillik yog‘in miqdori 200–300 mm, adir mintaqalarida 520–550 mm, tog‘li hududlarda esa 550–650 mm ni tashkil etadi.



1-rasm. Qashqadaryo viloyatining balandlik xaritasi

Qashqadaryo viloyatida iqlim o‘zgarishining asosiy tendensiyalari 1991–2022-yillar davri uchun Mingchuqur (2117 m), Oqrabot (1601 m), Shahrisabz (625 m) va Qarshi (375 m) meteorologik stansiyalarining kuzatuv ma'lumotlari asosida tahlil qilindi (2-rasm).



2-rasm. Meteorologik stansiyalarda o‘rtacha yillik havo harorati va yog‘in dinamikasi

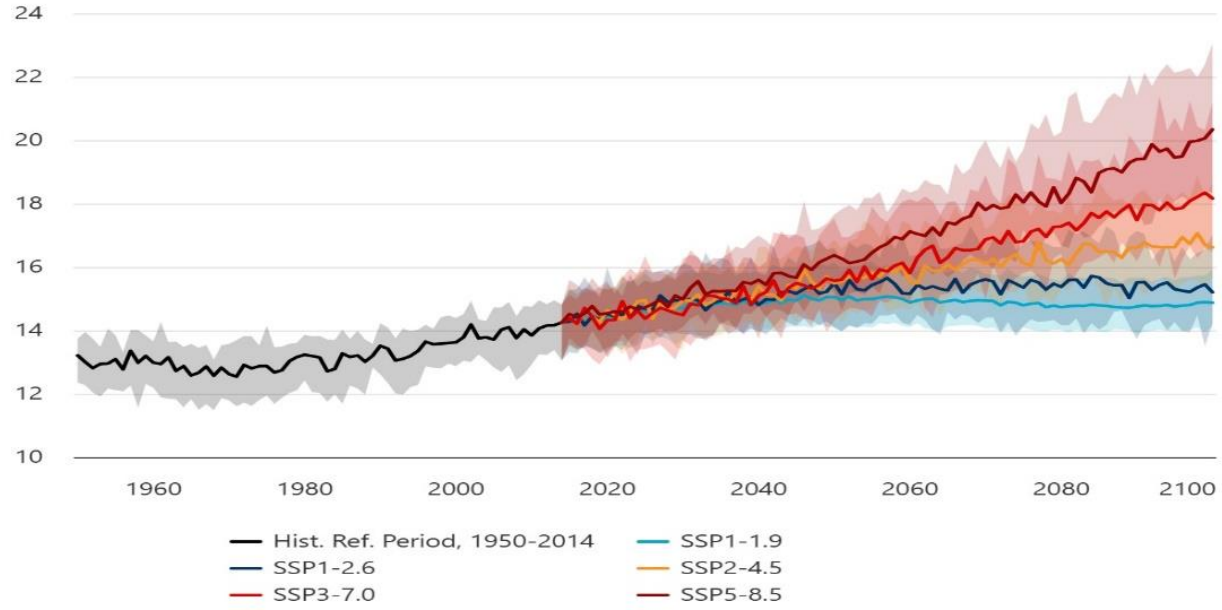
Meteorologik stansiyalar kuzatuv ma'lumotlari tahlili natijalari o‘rtacha yillik havo haroratining barqaror oshib borayotganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, 2000-yillardan boshlab havo haroratining ko‘tarilish sur'ati tezlashgan bo‘lib, yoz mavsumida juda issiq kunlar sonining ortishi hamda qish faslining nisbatan yumshoq kechishi kuzatilgan. Ushbu o‘zgarishlar vegetatsiya davrining uzayishi, bug‘lanish jarayonlarining jadallashishi va suv resurslariga bo‘lgan talabning ortishiga sabab bo‘lishi mumkin.

1991–2020-yillarda Qashqadaryo viloyatida iqlim o‘zgarishining asosiy ko‘rinishlari sifatida havo haroratining barqaror oshishi hamda atmosfera yog‘inlarining kamayishi va yillararo notekis taqsimlanishi kuzatildi. Xususan, Shahrisabz meteorologik stansiyasida yillik yog‘in miqdori 1991-yildagi 600 mm dan ortiq qiymatdan 2020-yillarga kelib 550 mm dan past darajagacha kamaygan.

Mazkur iqlimiy o‘zgarishlar yer usti va yer osti suv zaxiralarining shakllanish rejimiga hamda daryolarning mavsumiy oqimiga salbiy ta'sir ko‘rsatmoqda. Natijada sug‘orma dehqonchilik, ichimlik suv ta'minoti va hududning ekologik barqarorligi uchun muhim muammolar yuzaga kelmoqda.

Qashqadaryo viloyatida kelajakdagi iqlim sharoitini baholash uchun CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) global iqlim modellaridan foydalanildi. Hisob-kitoblar SSP (Shared Socioeconomic Pathways) iqlim ssenariylari asosida amalga oshirilib, 2100-yilgacha bo‘lgan davrda havo harorati va atmosfera yog‘inlarining kutilayotgan o‘zgarishlari baholandi.

Prognoz natijalariga ko‘ra, barcha SSP ssenariylarida Qashqadaryo viloyatida havo haroratining bosqichma-bosqich oshishi kuzatiladi (3-rasm). Shu bilan birga, atmosfera yog‘inlarining miqdori va taqsimlanishida o‘zgarishlar yuz berishi kutilmoqda.



3-rasm. Qashqadaryo viloyati uchun CMIP6 ssenariylarii bo‘yicha havo haroratining o‘zgarishi

Prognozlarga ko‘ra, atmosfera yog‘inlarining yillik miqdori sezilarli darajada o‘zgarmasligi mumkin, biroq ularning mavsumiy taqsimoti o‘zgaradi. Xususan, yoz oylarida yog‘inlar kamayishi, qish va bahor mavsumlarida esa kuchli yog‘inlar kuzatilishi kutilmoqda. Tog‘li hududlarda qor qoplamining qisqarishi bahorgi oqimlarning ertaroq boshlanishiga va suv resurslari taqsimotining murakkablashishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, issiqlik to‘lqinlari, kuchli yog‘inlar va qurg‘oqchilik kabi ekstremal iqlim hodisalari takrorlanishining ortishi prognoz qilinmoqda. Ushbu o‘zgarishlar qishloq xo‘jaligi va suv xo‘jaligi sohalarida iqlim o‘zgarishiga moslashish choralarini kuchaytirishni talab etadi.

Dissertasiyaning **«Qashqadaryo havzasi suv resurslarini baholashda GAT va masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanish»** deb nomlangan **ikkinchi** bobida Qashqadaryo daryosi havzasida suv resurslarini monitoring qilish va baholashda masofadan zondlash ma'lumotlari hamda geoaxborot tizimlari (GAT) imkoniyatlaridan foydalanish masalalari ko‘rib chiqildi. Shuningdek, havzaning mavjud suv resurslari holati tahlil qilindi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, Qashqadaryo vohasining o‘rtacha ko‘p yillik tabiiy suv resurslari hajmi 1416 mln m³ ni tashkil etadi. Suv ko‘p bo‘lgan yillarda bu ko‘rsatkich 1905 mln m³ gacha ortishi, kam suvli yillarda esa 600 mln m³ gacha kamayishi mumkin. Bu holat kam suvli yillarda vohaning suv bilan ta'minlanishida jiddiy tanqislik yuzaga kelishini ko‘rsatadi. Amu-Qashqadaryo irrigatsiya tizimlari havza boshqarmasi ma'lumotlariga ko‘ra, havzada amalda hisobga olinadigan mahalliy shakllanadigan suv resurslari hajmi 1072,1 mln m³ ni tashkil etadi (1-jadval). Mazkur ko‘rsatkich suv xo‘jaligi balansini tuzishda qabul qilingan mahalliy suv resurslarini ifodalaydi va o‘rtacha ko‘p yillik tabiiy oqim hajmidan farq qiladi.

1-jadval.

Qashqdaryo viloyati mavjud suv resurslarining manbalar bo‘yicha taqsimoti (2023-yil holatiga)

№	Manbalar	Suv resurslari, mln. m^3	Suv resurslari, % hisobida
1	Amudaryo daryosi (Qarshi magistral kanali)	3240,6	66
2	Qashqadaryo daryosi	1072,1	22
3	Zarafshan daryosi (Eski Anhor kanali)	326,2	6
4	Yer osti suvlari	191,6	4
5	Zovur suvlari	104,3	2
	Jami	4934,7	100

Izoh: jadval muallif tomonidan Suv xo‘jaligi vazirligi ma’lumotlari asosida tuzilgan

Qashqadaryo daryosi havzasining umumiy maydoni 12 ming km², shundan 8780 km² qismi suv yig‘ish maydoniga to‘g‘ri keladi. Havzaning asosiy suv manbai Qashqadaryo daryosi bo‘lib, uning yirik irmoqlari Jinnidaryo, Oqsuv, Tanxoz, Yakkabog‘ va G‘uzordaryodan iborat. Ular orasida Oqsuv daryosi eng sersuv hisoblanadi. Uning uzunligi 115 km, havza maydoni 1050 km² ni tashkil etadi. Tanxozdaryo uzunligi 104 km (459 km²), Jinnidaryo 61 km (367 km²), G‘uzordaryo esa 86 km (3220 km²) ni tashkil qiladi.

Oqsuv daryosi havzasida umumiy maydoni 7,5 km² bo‘lgan 61 ta muzlik mavjud bo‘lib, ularning o‘rtacha uzunligi 0,5 km, umumiy muz hajmi esa 0,1256 km³ ga teng. Havzadagi eng yirik muzliklar Seversev va Botirboy muzliklaridir.

Qashqadaryo vohasining tabiiy suv resurslari cheklanganligi sababli suv resurslarini tartibga solish va samarali boshqarish maqsadida umumiy sig‘imi 2355,1 mln m³ bo‘lgan suv omborlari barpo etilgan. Ushbu suv omborlari daryo va soylar oqimini mavsumiy tartibga solish, suvni yig‘ish va sug‘orish davrida undan samarali foydalanish imkonini beradi. Tadqiqotda Chimqo‘rg‘on va Pachkamar suv omborlari misolida suv yuzasi maydonini an'anaviy usullar hamda masofadan zondlash ma'lumotlari asosida aniqlash metodikasi qo‘llanildi.

Havzaning suv resurslari holatini baholash maqsadida meteorologik stansiyalarda kuzatilgan atmosfera yog‘inlari hamda gidrologik postlarda o‘lchangan daryo suv sarflarining ko‘p yillik o‘zgarishlari tahlil qilindi. Natijalar oqim shakllanadigan tog‘li hududlarda atmosfera yog‘inlari miqdori kamayib borayotganini ko‘rsatdi. Shunga mos ravishda Qashqadaryo va uning asosiy irmoqlarida ham suv sarfining kamayish tendensiyasi kuzatildi.

Chimqo‘rg‘on va Pachkamar suv omborlari hajmini baholashda Landsat sun'iy yo‘ldosh ma'lumotlari hamda yer usti gidrometeorologik kuzatuvlari (suv sathi va suv hajmi) o‘rtasidagi regressiyon bog‘liqliklar aniqlandi. Ushbu bog‘liqliklar asosida suv omborlari hajmining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi baholandi.

Chimqo‘rg‘on suv ombori 450 mln m³ foydali sig‘imga ega bo‘lib, Qashqadaryo viloyatidagi yirik suv omborlaridan biri hisoblanadi. Suv ombor orqali 77 ming gektardan ortiq sug‘oriladigan qishloq xo‘jaligi yerlarini suv bilan ta'minlash imkoniyati yaratilgan (2-jadval).

2-jadval

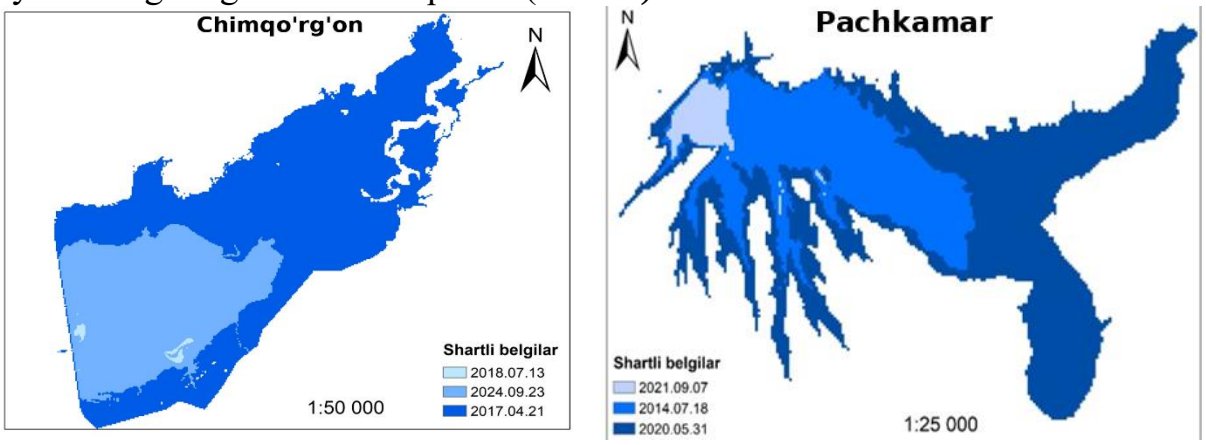
Suv omborlarining morfometrik ko‘rsatkichlari

Nomi	Turi va qurilgan yili	Daryo havzasi, joylashgan o‘rni	N_t, m	V, mln.m^3	V_f, mln.m^3	F, km^2	h, m	
							Ort.	max
Chimqo‘rg‘on	O‘zanli 1964-y.	Qashqadaryo Qamashi tumani	33	500	372	49,2	9,8	28,4
Pachkamar	O‘zanli 1967-y.	G‘uzordaryo G‘uzor tumani	70	260	178	12,2	19,5	34,1

N_t - to‘g‘on balandligi, V- umumiy hajmi, V_f foydali hajmi, F- suv yuzasi maydini, h-chuqurlig

Pachkamar suv ombori G‘uzor tumanining suv ta'minotini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, 15 ming gektarga yaqin sug‘oriladigan ekin maydonini suv bilan ta'minlaydi. Shuningdek, suv ombori baliqchilik xo‘jaligini rivojlantirish uchun ham xizmat qiladi. Masofadan zondlash ma'lumotlari tahlili natijalariga ko‘ra, so‘nggi 20 yil davomida havzadagi suv resurslari hajmi taxminan 10-15 % ga kamaygan, yozgi kam suv davri esa oldingi yillarga nisbatan ertaroq boshlanishi kuzatilgan.

Shuningdek, masofadan zondlash ma'lumotlari asosida Chimqo‘rg‘on va Pachkamar suv omborlarida suv ko‘p, o‘rtacha va kam suvli davrlarda suv yuzasi maydonining o‘zgarishi tahlil qilindi (4-rasm).

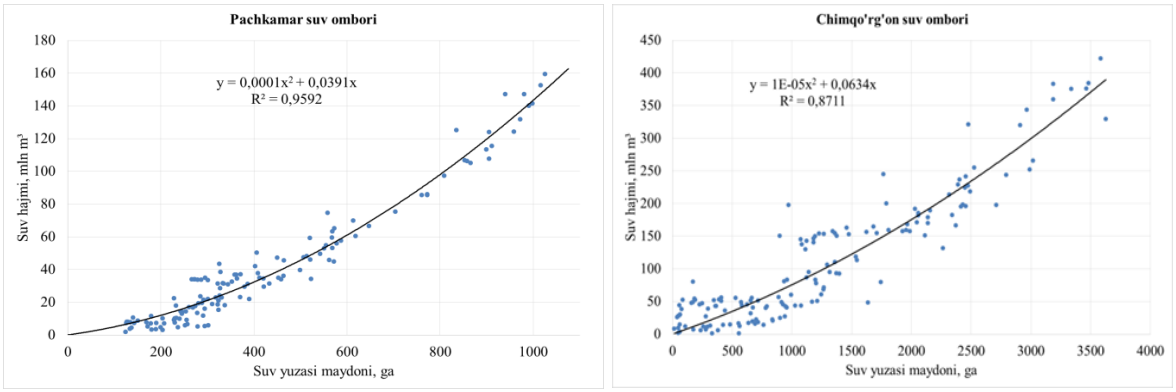


4-rasm. Chimqorgon va Pachkamar suv ombirlari zuv yuzasi maydonining o‘zgarishi

Geoaxborot tizimlari (GAT) va masofadan zondlash texnologiyalari suv omborlari yuzasini monitoring qilish jarayonini avtomatlashtirish hamda hisoblashlarning aniqligi va samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Masofadan zondlash ma'lumotlari asosida suv omborlari suv yuzasi maydonini aniqlash ularning suv hajmini ishonchli baholash imkonini yaratadi.

Suv yuzasi maydoni va suv hajmi o‘rtasidagi regressiya bog‘liqligi tahlili natijalariga ko‘ra, Pachkamar suv ombori uchun determinatsiya koeffitsiyenti $R^2 = 0,96$, Chimqo‘rg‘on suv ombori uchun esa $R^2 = 0,871$ ni tashkil etdi. Olingan natijalar suv yuzasi maydoni va suv hajmi o‘rtasida yuqori darajadagi ishonchli bog‘liqlik mavjudligini tasdiqlaydi (5-rasm).

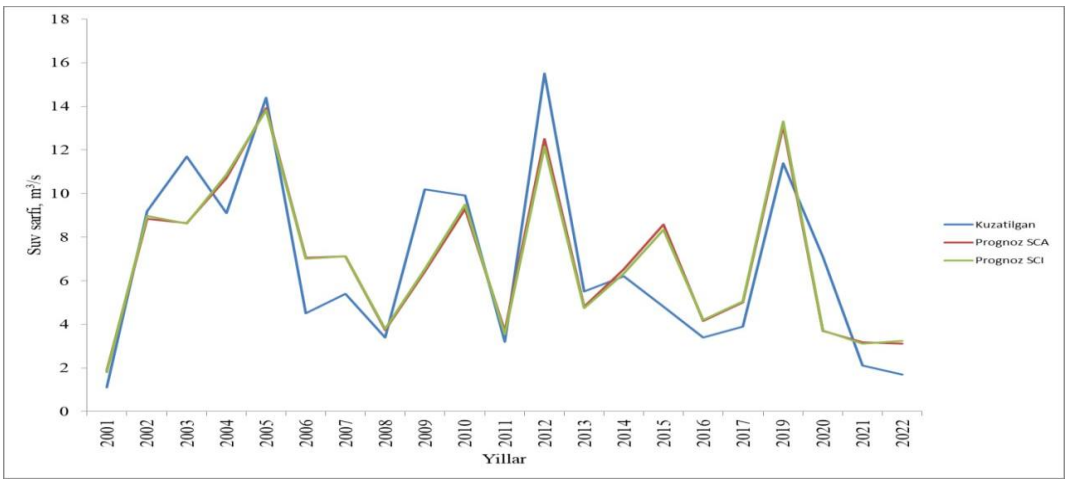


5-rasm. Suv ombordagi suv yuzasi va suv hajmining bog‘liqlik grafigi (2000-2024 yy.)

Dissertasiyaning **«Iqlim o’zgarishining qor qoplamiga ta’sirini baholash»** deb nomlangan **uchinchi bobida** Qashqadaryo havzasida qor qoplamining fazoviy va vaqt bo‘yicha o‘zgarishlari masofadan zondlash ma'lumotlari hamda geoaxborot tizimlari (GAT) yordamida o‘rganildi. Tadqiqotda Landsat, Sentinel-2, MODIS Terra va MODIS Aqua sun'iy yo‘ldosh ma'lumotlaridan foydalanilib, NDSI (Normalized Difference Snow Index) va SWE (Snow Water Equivalent) ko‘rsatkichlari asosida qor qoplamining tarqalishi hamda qor chizig‘i balandligi baholandi.

MODSNOW dasturi yordamida MODIS ma'lumotlari qayta ishlanib, bulutlardan tozalangan va 94 % aniqlikka ega kunlik qor qoplami xaritalari yaratildi. Ushbu xaritalar asosida 2000–2024-yillar davomida Qashqadaryo havzasida qor qoplamining fazoviy va vaqt bo‘yicha o‘zgarishlari tahlil qilindi. Natijalar qor qoplamining iqlim sharoiti, relyef balandligi va atmosfera yog‘inlariga bevosita bog‘liqligini hamda uning kamayishi bahorgi daryo oqimi va suv resurslarining qisqarishiga olib kelishini ko‘rsatdi.

Qor qoplami ma'lumotlari asosida Qashqadaryo havzasida vegetatsiya davri va uning alohida oylari uchun daryo oqimi prognoz qilindi. Bunda qor qoplami maydoni (SCA), qor qoplami indeksi (SCI) hamda ularning kombinatsiyasiga asoslangan modellar qo‘llanildi. Model natijalari Pachkamar suv omboriga kiruvchi oqim bo‘yicha kuzatuv ma'lumotlari bilan taqqoslandi (6-rasm).



6-rasm. Prognoz natijalari va kuzatilgan ma’lumotlarni taqqoslash grafigi (Pachkamar suv omboriga kirish)

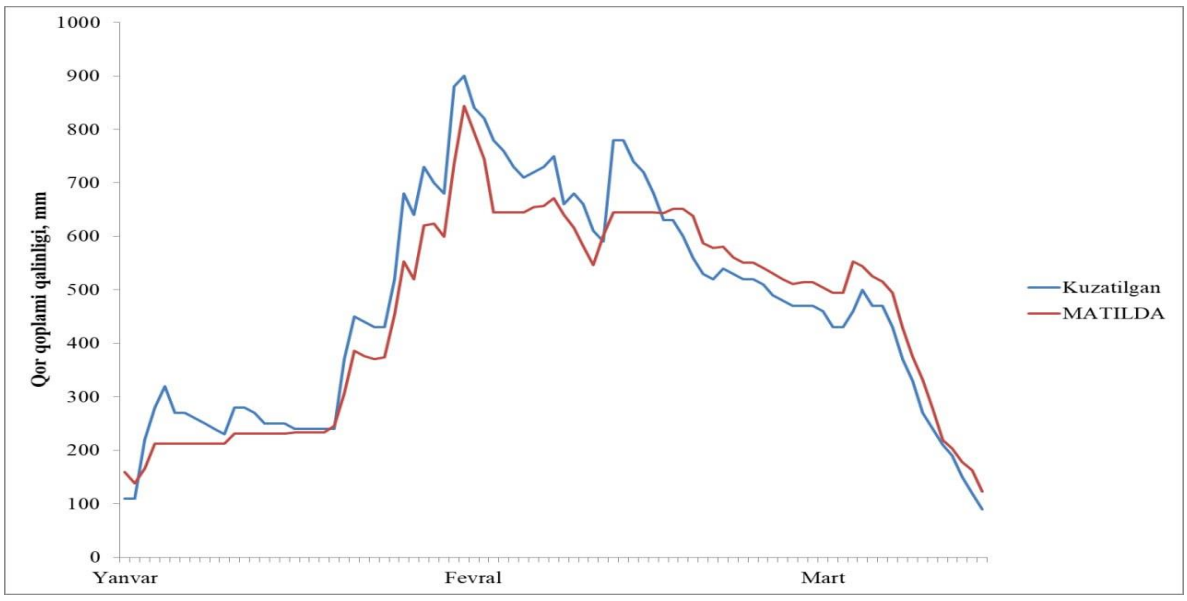
Natijalar tahliliga ko‘ra, SCI asosida tuzilgan model eng yuqori aniqlikni ko‘rsatib, determinatsiya koeffitsiyenti $R^2 = 0,80$ ni tashkil etdi.

Dissertasiyaning **«MATILDA modeli asosida iqlim o‘zgarishi sharoitida suv resurslarini baholash usulini takomillashtirish»** deb nomlangan **to‘rtinchi** bobida Qashqadaryo viloyatida suv resurslarining shakllanishi, ulardan foydalanish jarayonlari hamda iqlim o‘zgarishining ta'siri MATILDA (Modeling Water Resources in Glacierized Catchments) modeli yordamida kompleks baholandi. Modelda qor va muzliklarning erishi, yog‘inlarning mavsumiy taqsimlanishi hamda daryo oqimining shakllanish jarayonlari modellashtirildi. Hisoblashlarda ERA5-Land reanaliz ma'lumotlari, mahalliy meteorologik stansiyalar kuzatuvlari, masofadan zondlash ma'lumotlari va CMIP6 iqlim ssenariylari integratsiyalashgan holda qo‘llanildi.

MATILDA modeli to‘rt bosqichli ierarxik kalibrlash asosida sozlandi. Bunda kirish ma'lumotlari moslashtirildi, qor rejimi SWE (Snow Water Equivalent) bo‘yicha kalibrlanib, muzliklarning erishi optimallashtirildi, tuproq namligi va daryo oqimining shakllanishi esa DEMCZ algoritmi yordamida aniqlandi. Kalibrlash natijalari modelning daryo oqimining kundalik o‘zgarishini yuqori aniqlikda qayta tiklashini ko‘rsatdi (KGE=0,88–0,89; NSE=0,83–0,84). Shuningdek, qor suv ekvivalenti dinamikasi kuzatuv ma'lumotlari bilan yaxshi moslikni namoyon etdi (KGE_{SWE} = 0,81).

CMIP6 iqlim ssenariylari asosidagi prognozlarga ko‘ra, XXI asr davomida Qashqadaryo havzasida yillik havo harorati oshishi, muzliklar maydoni sezilarli darajada qisqarishi, quruq davrlar davomiyligi ortishi hamda yillik daryo oqimining 18–23 % ga kamayishi kutilmoqda**.**

MATILDA modeli Qashqadaryo havzasida qor qoplami qalinligining mavsumiy o‘zgarish tendensiyasini qoniqarli aniqlikda aks ettiradi. Kuzatilgan ma'lumotlarga ko‘ra, yanvar oyida qor qoplami bosqichma-bosqich ortib, fevral oyining boshlarida maksimal qiymatga erishgan, mart oyidan boshlab esa izchil kamayish kuzatilgan (7-rasm).



7-rasm. MATILDA modelida 2017 yilda aniqlangan qor qoplami qalinligini kuzatuv ma’lumotlar bilan taqqoslash

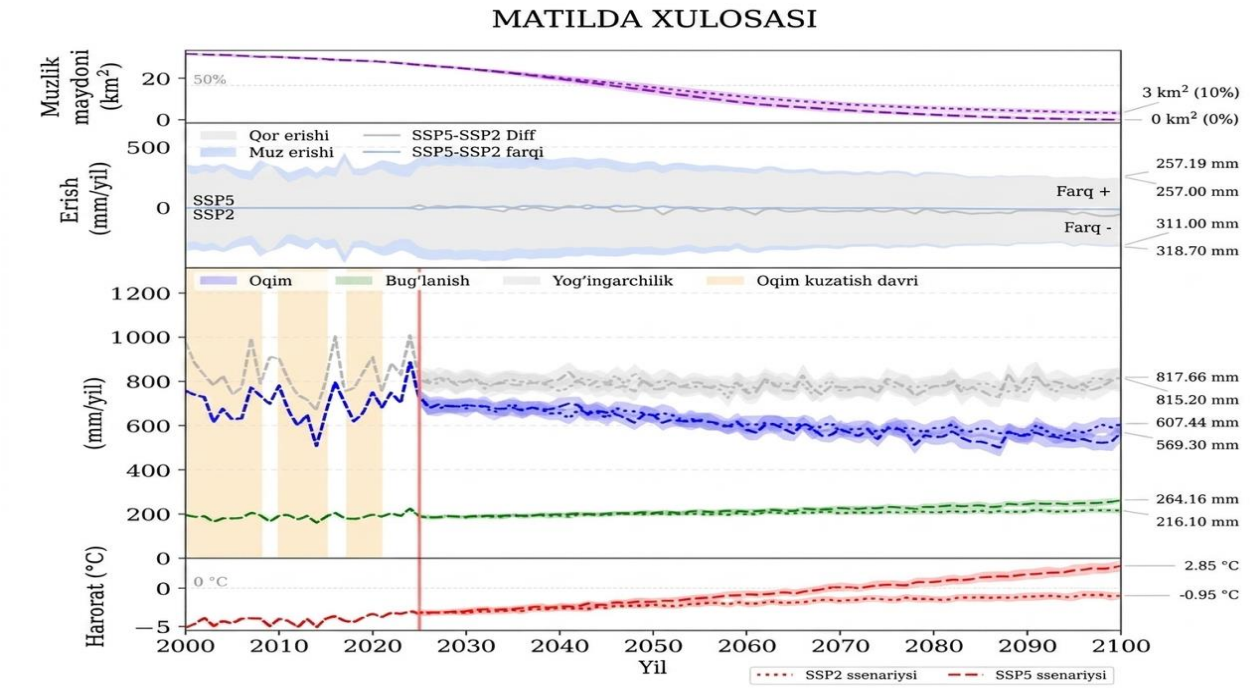
Masofadan zondlash ma'lumotlariga ko‘ra, 2002–2022-yillarda Qashqadaryo havzasidagi muzliklar maydoni 18,6 % ga qisqargan. MATILDA modeli esa shu davrda muzliklar maydonining 11,7 % ga kamayganini baholadi. Ushbu natijalar havzada muzliklarning izchil qisqarayotganini va iqlim o‘zgarishi ta'sirida kriosfera barqarorligi pasayib borayotganini ko‘rsatadi.

Grafikdan ko‘rinadiki, model natijalari kuzatilgan qiymatlarga umumiy jihatdan mos keladi, ayrim tafovutlar esa asosan qorning to‘planishi va erishi jadallashgan davrlarda kuzatiladi. Umuman olganda, model qor qoplami dinamikasini ishonchli ifodalab, daryo oqimini modellashtirish va prognozlash uchun yetarli aniqlikni ta'minlaydi.

MATILDA modeli va CMIP6 iqlim ssenariylari natijalariga ko‘ra, kelajakda Qashqadaryo havzasida daryo oqimi shakllanishida qor erishining ulushi besh yillik o‘rtacha hisobda 41 % dan 50 % gacha oshishi prognoz qilinmoqda. Bu suv resurslarining mavsumiy omillarga bog‘liqligi ortishini hamda daryo oqimi rejimining beqarorlashishini ko‘rsatadi.

Prognozlarga ko‘ra, yoz oylarida atmosfera yog‘inlarining kamayishi va havo haroratining oshishi suv resurslariga bo‘lgan bosimni kuchaytiradi. Natijada qor ko‘rinishidagi yog‘inlar hajmi qisqarib, qishki oqim kamayishi, yoz mavsumida esa suv tanqisligi kuchayishi kutilmoqda.

MATILDA modeli va CMIP6 iqlim ssenariylari asosida olingan natijalarga ko‘ra, SSP2-4.5 ssenariysida havo harorati o‘rtacha 0,95°C, SSP5-8.5 ssenariysida esa 2,85°C ga oshishi prognoz qilinmoqda. Shuningdek, Qarshi meteorologik stansiyasi kuzatuvlari asosida yillik atmosfera yog‘inlari 264 mm dan 216 mm gacha kamayishi, havzadagi muzliklar maydoni esa 10 % ga qisqarishi kutilmoqda (8-rasm).



8-rasm. MATILDA modeli va CMIP6 ma'lumotlari asosida uzoq muddatli iqlim prognozi

Olingan natijalar Qashqadaryo havzasida suv resurslarini uzoq muddatli va barqaror boshqarish, qurg‘oqchilik xavfini kamaytirish hamda iqlim o‘zgarishiga moslashish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalarni ishlab chiqish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

a) vegetatsiya davrida suv resurslarini oldindan baholash bo‘yicha:

suv resurslari ko‘p yillik me'yorning 100 % va undan yuqori bo‘lganda ekinlarni odatiy sxema bo‘yicha joylashtirish va standart sug‘orish rejimini qo‘llash;

suv resurslari 80–100 % bo‘lganda suv tejovchi sug‘orish texnologiyalarini joriy etish va suv sarfini optimallashtirish;

suv resurslari 80 % dan kam bo‘lganda suv kam talab etuvchi ekinlarni joylashtirish hamda suv taqsimotini qat'iy rejalashtirish.

b) ekinlarni joylashtirish bo‘yicha:

ekin turlari va ularning maydonlarini hududning suv resurslari hamda qishloq xo‘jaligi ehtiyojlaridan kelib chiqib belgilash;

kam suvli hududlarda suvni kam talab qiladigan ekinlar ulushini oshirish.

v) suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha:

tomchilatib sug‘orish va boshqa zamonaviy sug‘orish texnologiyalarini keng joriy etish;

sug‘orish tizimlarini avtomatlashtirish hamda ilmiy asoslangan sug‘orish rejimlarini qo‘llash.

g) suv resurslarini rejalashtirish bo‘yicha:

yilning suvlilik darajasi va prognoz qilingan meteorologik sharoitlardan kelib chiqib suv taqsimoti limitlarini belgilash;

kam suvli yillarda ekin maydonlari va suv sarfini optimallashtirish hamda favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik choralarini kuchaytirish.

Olingan natijalar Qashqadaryo havzasida suv resurslarini masofadan zondlash va geoaxborot tizimlari (GAT) asosida muntazam monitoring qilish, suv omborlarini boshqarishni optimallashtirish hamda qurg‘oqchilik va toshqin kabi ekstremal gidrologik hodisalarga moslashish strategiyalarini ishlab chiqish zarurligini ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv suv resurslarini oqilona boshqarish, qurg‘oqchilik xavfini kamaytirish va aholini ichimlik suvi bilan barqaror ta'minlash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari Qashqadaryo daryosi havzasi suv resurslarining shakllanishida, Oqsuv daryosida ham, qor va muzliklarning muhim rol o‘ynashini ko‘rsatdi. Iqlimning hatto nisbatan kam isishi ham daryo oqimining mavsumiy taqsimlanishini o‘zgartirishi va uzoq muddatda umumiy oqim hajmining kamayishiga olib kelishi mumkin. MATILDA modeli, masofadan zondlash va yer usti kuzatuv ma'lumotlarini integratsiyalashga asoslangan ushbu yondashuv Markaziy Osiyoning qor-muzlik tipidagi boshqa tog‘ daryolari havzalarida ham qo‘llanishi mumkin.

Tadqiqot davomida Qashqadaryo daryosi havzasi suv resurslari shakllanishining konseptual modeli takomillashtirildi hamda muzliklar degradatsiyasi va atmosfera yog‘inlarining mavsumiy taqsimlanishidagi o‘zgarishlarni hisobga olgan holda qor-muzlik tipidagi tog‘li havzalarning gidrologik muvozanatini baholashning ilmiy-uslubiy yondashuvi rivojlantirildi.

XULOSA

1. Qashqadaryo havzasidagi 5 ta meteostansiyalarda kuzatuv ma’lumotlar tahlili 1991–2020 yillar davomida o‘rtacha yillik havo haroratining barqaror oshib borayotgani aniqlandi. Bunda havo harorati o’rtacha 0,96°C ga oshganini, atmosfera yog’inlari esa o’rtacha 76 mm ga kamaygani aniqlandi. Jumladan, G’uzor meteostansiyada yillik o’rtacha harorat 1,6°C ga, Qarshi meteostansiyasida 0,5°C ga oshgan, atmosfera yog’inlari Mingchuqur meteostansiyada 111 mm, Oqrabot meteostansiyasida 33 mm ga kamaygan.

2. Chimqo‘rg‘on (R^2=0,87) va Pachkamar (R^2=0,96) suv omborlarining suv yuza maydoni va suv hajmi o‘rtasidagi regression bog‘liqlik asosida determinatsiya koeffitsiyenti hisoblandi. Bu natija suv hajmini masofadan turib baholash usulining yuqori ishonchliligini tasdiqlaydi.

3. Qor qoplami malumotlari asosida daryo oqimini prognozlashda Snow Cover Index (SCI) eng yuqori aniqlikni ta’minladi (R^2≈0,8). Bu SCI ko‘rsatkichining daryo oqimini prognozlashda samarali parametr ekanligi tasdiqlandi.

4. Ishda ilk bor MATILDA modeli, masofadan zondlash ma’lumotlari (MODIS, Sentinel, SRTM) va GAT tahlili integratsiyalashgan yondashuv asosida iqlim o‘zgarishining Qashqadaryo havzasi suv resurslariga ta’siri kompleks baholandi. Havza uchun MATILDA glyatsio-gidrologik modelini sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari asosida kalibrlangan va verifikatsiyalangan varianti ishlab chiqildi.

5. MATILDA modeli yordamida Qashqadaryo havzasida daryo oqimining shakllanish jarayonlari modellashtirilgan. Modelni kalibrlash natijalari

KGE=0,88–0,89 va Nash–Sutcliffe koeffitsiyenti =0,83–0,84. Qor suv ekvivalenti uchun KGEswe = 0,81.

6. MATILDA modeli va CMIP6 ma’lumotlari asosida uzoq muddatli iqlim prognoziga ko‘ra havo haroratining SSP2-4.5 ssenariysi bo‘yicha $0,95^0$Cga, SSP5-8.5 ssenariysi bo‘yicha esa $2,85^0$Cga oshishi, yog‘in miqdori 200 m balandlikda 264 mm dan 216 mm ga pasayisi, muzliklarning 10%ga qisqarishi aniqlandi. Yog‘inning yillik miqdori keskin o‘zgarmasada yoz mavsumlarda kamayishi esa ekstremal yog‘inlar chastotasining ortishi prognoz qilingan.

7. Qashqadaryo havzasidagi muzliklar maydoni 2002–2022 yillarda, masofadan zondlash ma’lumotlari asosida 18,6%ga, MATILDA modeli bo‘yicha esa 11,7%ga kamaygani aniqlangan. CMIP6 ssenariylari asosida, daryoning yillik oqimi 18–23 % ga kamayishi prognoz qilingan.

8. Qashqadaryo havzasi uchun masofadan zondlash ma’lumotlari asosida gidrologik modelni kalibrlash va verifikatsiyalash amalga oshirildi. Xususan, MODIS bo‘yicha qor qoplami, LANDSAT ko‘rsatkichlari bo‘yicha muzliklarning holati kabi kuzatuvlar MATILDA parametrlarini (qorning erish koeffitsiyentlari, namlik balansi parametrlari va boshqalar) sozlash uchun ishlatilgan. Ushbu yondashuv qor-muzlik jarayonlari va oqimlarni modellashtirish aniqligini oshiradi va gidrologiyada masofadan zondlash va modellashtirish integratsiyasiga fundamental uslubiy hissa sifatida qaralishi mumkin.

9. Olingan natijalar asosida Qashqadaryo havzasi suv resurslaridan samarali foydalanish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu tavsiyalar Qashqadaryo havzasida suv ta’minoti va meliorativ boshqaruv samaradorligini oshirish, suvdan oqilona foydalanish, hamda iqlim o‘zgarishiga moslashish bo‘yicha amaliy qarorlar ishlab chiqish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ХУРСАНДОВА НАРГИЗА РАШИДОВНА

ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ КАШКАДАРЬЯ И РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ОБОСНОВННЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИХ ЭФФЕКТИВНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНИНИЯ КЛИМАТА

11.00.03-Гидрология суши. Водные ресурсы. Гидрохимия

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ГЕОГРАФИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по географическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан за номером B2024.3.PhD/Gr338.

Диссертационная работа выполнена в Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте.

Автореферат на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного совета (www.nigmi.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Ахмедова Тамара Абдурахимовна** кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	**Мурадов Шухрат Одилович** доктор технических наук, профессор
	Зияев Рахмат Рахимович доктор философии по географическим наукам, доцент
Ведущая организация:	Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Защита диссертации состоится « 8 » октября 2026 г. в 14^{00} часов на заседании Научного совета по присуждению учёных степеней DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 при Научно-исследовательском гидрометсорологическом институте (Адрес: 100052, г.Ташкент, ул.1-й проезд Бодомзор йули, 72. Тел: +998 71 2358512, факс: +998 71 2371319, e-mail: info@nigmi.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Научно-технической библиотеке Научно-исследовательского гидрометеорологического института (зарегистрирован за № 242) (Адрес: 100052, г. Ташкент, ул. 1-й проезд Бодомзор йули, 72. Тел: +998 71 2358512, факс: +998 71 2371319).

Автореферат диссертации разослан « 23 » сентября 2026 года.
(Реестр протокола рассылки №___ от «___» ____2026 года)

Б.М.Холматжанов
Председатель Научного совета по присуждению ученых степеней, д.г.н.

Б.Э.Ниппонов
Учёный секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней, к.т.н.

Д.М.Тургунов
Председатель Научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.г.н.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В условиях глобального изменения климата, в мире наблюдаемые изменения в формировании и распределении водных ресурсов повышают актуальность вопросов их рационального использования. В докладе Всемирной метеорологической организации отмечается, что «в последние десятилетия вследствие изменения климата, устойчивого роста численности населения и увеличения водопотребления усиливается дефицит пресных водных ресурсов и существенно возрастает нагрузка на речные бассейны»[1]. В этой связи комплексная оценка водных ресурсов речных бассейнов, их эффективное использование и разработка научно обоснованных подходов к управлению приобретают особое научное и практическое значение.

В мире проводятся научные исследования по вопросам оценки водных ресурсов, совершенствования методов устойчивого управления, рационального распределения и повышения эффективности использования, оценки водных ресурсов рек в будущем с помощью дистанционного зондирования на основе сценариев изменения климата, разработки комплексных подходов к совершенствованию их мониторинга. В связи с этим особое внимание уделяется вопросам оценки и эффективного использования водных ресурсов в условиях изменения климата, разработке практических рекомендаций по смягчению проблемы дефицита воды.

В нашей республике реализуются широкомасштабные меры, направленные на рациональное использование водных ресурсов рек, совершенствование системы их управления и обеспечение водной безопасности, и в этом направлении достинуты определенные положительные результаты. В указе В 62-й цели Стратегии «Узбекистан-2030», утвержденной Указом Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2018 года № УП-158 «О Стратегии «Узбекистан-2030», определены важные задачи по «разработке долгосрочного водного баланса водных ресурсов республики и внедрению системы его постоянного мониторинга».[2] В связи с этим вопросы совершенствования мониторинга водных ресурсов, комплексной оценки водных ресурсов речных бассейнов, анализа условий их формирования и распределения, разработки научно обоснованных рекомендаций, направленных на рациональное и эффективное использование воды в условиях изменения климата, имеют важное научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан № УП-158 от 11 сентября 2023 года «О Стратегии Узбекистан-2030» и № УП-6024 от 10 июля 2020 года «Об утверждении Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», Постановлениях Президента Республики Узбекистан № ПП-4486 от 9 октября 2019 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления водными ресурсами», № ПП-107 от 1 апреля 2023 года «О неотложных мерах по повышению эффективности использования

[1] World Meteorological Organization, 2024. https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024

[2] Указ Указ Президента Республики Узбекистан от 11 сентября 2023 года No УП-158 "О Стратегии "Узбекистан-2030"" https://lex.uz/docs/6600413

водных ресурсов», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением V «Сельское хозяйство, биотехнологии, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Вопросы формирования водных ресурсов рек в аридных регионах мира, их пространственно-временной изменчивости, а также отклика гидрологического режима на глобальные изменения климата под воздействием климатических факторов исследованы зарубежными учёными, такими как T.W.Dahlke, J.Seibert, L.Menzel, H.Kunstmann, R.J.Harding, M.Hagemann, D.Viviroli, H. Gleick, A. Bergstrom, C.Frei, S.Haddeland, J.Alcamo, A.Arnell, B. Lehner, E. Samaniego, P.Wada, T.Stacke, F.Hattermann, J. Beven, R. Wilby, J. Prudhomme.

В странах бывшего Союза и СНГ исследования А.В.Обледа, Н.И.Коронкевича, Г.А.Александрова, В.И.Данилов-Данильяна, М.Ю.Болгова, С.Н.Коренькова, А.П.Маккавеева, И.П.Шикломанова посвящены вопросам формирования водных ресурсов в горных районах, роли таяния снега и ледников в гидрологическом балансе, процессам испарения, а также анализу влияния изменения климата на режим водообеспеченности бассейнов. В последние годы исследования В.Е.Гарцмана, А.В.Алексеева, И.А.Гронской, Е.В.Христофорова направлены на внедрение цифровых технологий в прогнозирование и моделирование водных ресурсов.

В Узбекистане первые исследования взаимосвязи водных ресурсов и изменения климата выполнены Е.М.Ольдекопом и Л.К.Давыдовым. В дальнейшем эти вопросы изучали В.L.Шульц, О.Р.Щеглова, В.А.Джорджио, П.М.Машуков, А.М.Овчинников, Д.Х.Салихова, Г.Е.Глазырин, Г.Н.Трофимов, В.Е.Чуб и другие учёные. В настоящее время среди исследований, посвящённых влиянию изменения климата на водный режим и стока рек, особого внимания заслуживают работы Ф.Х.Хикматова, Э.И.Чембарисова, Р.Мирзаева, А.Х.Каримова, Ш.О.Муродова, Ф.А.Гаппарова, Г.Х.Юнусова, Д.М.Тургунова, А.А.Гафурова.

В указанных исследованиях влияние климатических факторов на формирование речного стока изучено на примере крупных рек. Вопросы интеграции данных дистанционного зондирования и гидрометеорологических наблюдений, а также возможности моделирования водных ресурсов на основе модели MATILDA для бассейна реки Кашкадарья изучены недостаточно. Настоящее исследование отличается тем, что оно направлено на моделирование динамики водных ресурсов в условиях бассейна реки Кашкадарья, интеграцию спутниковых данных с гидрологическими наблюдениями, а также разработку рекомендаций по эффективному управлению водными ресурсами в условиях изменения климата.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где

выполнена диссертация. Диссертация выполнена в рамках прикладного проекта плана Научно-исследовательского гидрометеорологического института. №ALM-202403110252 «Моделирование гидрологического режима природных озёр Узбекистана с использованием современных геоинформационных систем» (2024-2027гг.)

Целью исследования является оценка водных ресурсов рек бассейна реки Кашкадарья на основе современных моделей в условиях изменения климата и разработка научно обоснованных рекомендаций по их эффективному использованию.

Задачи исследования:

изучение природно-географических и климато-гидрологических условий бассейна реки Кашкадарьи, анализ формирования водных ресурсов и влияния изменения климата и рельефа на речной сток;

изучение принципов функционирования гляцио-гидрологической модели MATILDA, её адаптация к условиям бассейна реки Кашкадарья и оценка точности на основе метеорологических и спутниковых данных;

сопоставление данных дистанционного зондирования (Landsat) и гидрометеорологических наблюдений, определение их взаимосвязи и разработка комплексного подхода к совершенствованию мониторинга водных ресурсов;

оценка изменений водных ресурсов в будущем на основе климатических сценариев и разработка практических рекомендаций по их эффективному управлению.

Объектом исследования являются водные ресурсы рек бассейна Кашкадарьи в зоне их формирования.

Предметом исследования является мониторинг водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья, статистическая оценка снеговой линии в бассейне реки в условиях изменения климата.

Методы исследования. В диссертации использованы методы гидрологических расчётов, статистической оценки, регрессионного анализа, математического моделирования, дистанционного зондирования, а также геоинформационные системы (ГИС).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

гляцио-гидрологическая модель MATILDA адаптирована к условиям бассейна реки Кашкадарья с учётом его специфических климатических условий (температура воздуха, атмосферные осадки и их сезонное распределение) и гидрологических характеристик (сезонная и годовая изменчивость речного стока, доля стока, формируемого за счёт снегов и ледников);

установлены регрессионные зависимости между данными дистанционного зондирования (Landsat) и гидрометеорологическими наблюдениями (уровень воды и объём воды в водохранилищах) при оценке объёма водохранилищ;

разработан алгоритм расчёта объёма воды в Пачкамарском и

Чимкурганском водохранилищах на основе данных дистанционного зондирования;

оценена динамика изменений водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья на основе данных реанализа ERA5 и наблюдений за снеговой линией, а также разработаны научно обоснованные рекомендации по их эффективному использованию.

Практические результаты исследования:

разработан алгоритм определения площади водной поверхности и объёма воды в Пачкамарском и Чимкурганском водохранилищах на основе данных дистанционного зондирования;

оценены ожидаемые климатические изменения для Кашкадарьинской области до 2100 года на основе климатаческих сценариев CMIP6;

разработан алгоритм автоматического расчёта высоты снеговой линии для оценки динамики снежного покрова в бассейне реки Кашкадарья;

разработаны практические рекомендации по использованию водных ресурсов рек бассейна Кашкадарьи в вегетационный период с учётом их водообеспеченности.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием в процессе выполнения диссертационной работы стандартных гидрометеорологических наблюдений, проводимых Министерством водного хозяйства Республики Узбекистан и Агентством гидрометеорологической службы при Национальном комитете по экологии и изменению климата, а также данных дистанционного зондирования Земли (MODIS, SRTM, Landsat, Sentinel). Кроме того, использованы материалы профильных научно-исследовательских учреждений, в том числе Научно-исследовательского гидрометеорологического института и Информационного центра агентства «Давлатсувназорат». При обработке данных применялись общепринятые научные методы, а полученные результаты согласованы с научными работами других исследователей в данной области и внедрены в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость исследования определяется тем, что полученные научные выводы, в частности предложенные подходы к изучению формирования водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья, их пространственно-временной изменчивости и влияния климатических факторов на гидрологические процессы, включая адаптацию модели MATILDA к местным климато-гидрологическим условиям, позволили разработать новые научные основы моделирования речного стока в горных районах. Эти результаты создают основу для формирования новой научной платформы моделирования влияния изменения климата на гидрологические процессы в горных регионах Центральной Азии и расширяют теоретическую базу климато-гидрологического моделирования.

Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные основные выводы и результаты способствуют формированию

современной системы оценки и управления водными ресурсами в бассейне реки Кашкадарья. Разработанная в ходе исследования модель мониторинга позволяет регулярно контролировать изменения речного стока, динамику снеговой линии и водного баланса, а полученные регрессионные зависимости дают возможность прогнозировать водные ресурсы на основе сценариев изменения климата. Кроме того, научные рекомендации, разработанные на основе исследования, могут служить основой для принятия практических решений по повышению эффективности водоснабжения и мелиоративного управления, рациональному использованию водных ресурсов, а также адаптации к изменению климата в бассейне реки Кашкадарья.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по оценке и эффективному использованию водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья в условиях изменения климата:

гляцио-гидрологическая модель MATILDA, адаптированная к региону с учетом специфических климатических условий (температура воздуха, атмосферные осадки и их сезонное распределение) и гидрологических особенностей (сезонная и годовая изменчивость речного стока, доля стока, образующегося из снега и ледников) Кашкадарьинского бассейна, была использована в бассейновом управлении ирригационных систем «Аму-Кашкадарья» Министерства водного хозяйства для оценки речного стока и управления водными ресурсами (справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан от 29 января 2026 года № 04/20-403). В результате это позволило создано возможность оценил, а также краткосрочного и долгосрочного прогнозирования сезонной и годовой изменчивосты речного стока в бассейне реки Кашкадарья;

регрессионные уравнения, установленные между данными дистанционного зондирования (Landsat) и наземными гидрометеорологическими наблюдениями (уровень и объём воды), использованы в бассейновом управлении ирригационных систем «Аму-Кашкадарья» Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан для оценки и мониторинга объёмов воды в водохранилищах (справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан от 29 января 2026 года № 04/20-403). В результате обеспечено оперативный и надёжный мониторинг водных запасов оценку состаяния водных ресурсов и повысить эффективность управления водными ресурсами;

разработанный алгоритм, определенния на основе данных дистанционного зондирования объема воды в Пачкамарском и Чимкурганском водохранилищах, был использован в бассейновом управлении ирригационных систем «Аму-Кашкадарья» Министерства водного хозяйства при оценке и мониторинге состояния водохранилищ (справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан от 29 января 2026 года № 04/20-403). В результате созданы возможности для дистанционного определения запасов воды в водохранилищах, расположенных в бассейне реки Кашкадарья, оперативной оценки их объемных изменений и повышения эффективности

управления водными ресурсами;

динамика изменения водных ресурсов в бассейне реки Кашкадарья на основе данных реанализа и наблюдений за снеговой линией, а также научно обоснованные рекомендации, направленные на эффективное использование водных ресурсов, были использованы в бассейновом управлении ирригационных систем «Аму-Кашкадарья» Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан в процессах управления и планирования водных ресурсов (справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан от 29 января 2026 года № 04/20-403). В результате создана возможность уточнения плана перспективных мероприятий по рациональному и эффективному использованию имеющихся водных ресурсов, повышению устойчивости водообеспечения с учетом изменчивости речного стока в бассейне реки Кашкадарья.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были обсуждены на 7 международных и 1 республиканской научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 7 статьей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертатсий, в том числе 5 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 112 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, отмечена связь работы с планом научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация, дана оценка степени изученности проблемы, охарактеризованы цели и задачи, объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования, приведены сведения о внедрении их в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Природно-географические условия бассейна реки Кашкадарья»** дана краткая характеристика природно-географических условий бассейнареки Кашкадарья. На основе данных последних лет проанализированы особенности климатических условий Кашкадарьинской области и представлены результаты долгосрочного прогноза климата, выполненного с использованием глобальных климатических моделей CMIP6.

Рассмотрены особенности температурного режима и распределения атмосферных осадков, а также роль речной сети, площади водосбора,

ледников и водохранилищ в формировании водных ресурсов бассейна. Обоснованы основные причины сокращения водных ресурсов в последние десятилетия, включая уменьшение количества атмосферных осадков, повышение температуры воздуха, деградацию ледников и рост интенсивности водопотребления.

Кашкадарьинская область расположена в западной части Памиро-Алайской горной системы, между Гиссарским и Зарафшанским хребтами. Общая протяжённость её границ составляет 795 км, из которых 405 км проходят по горной местности, а 390 км - по равнинной (рис. 1). Климат области резко континентальный: лето продолжительное, сухое и очень жаркое, зима относительно мягкая, а в горных районах - холодная. Годовая амплитуда температуры воздуха изменяется от –20 °С до +45 °С. Годовое количество атмосферных осадков составляет 200–300 мм на равнинах, 520–550 мм в предгорьях и 550–650 мм в горных районах.

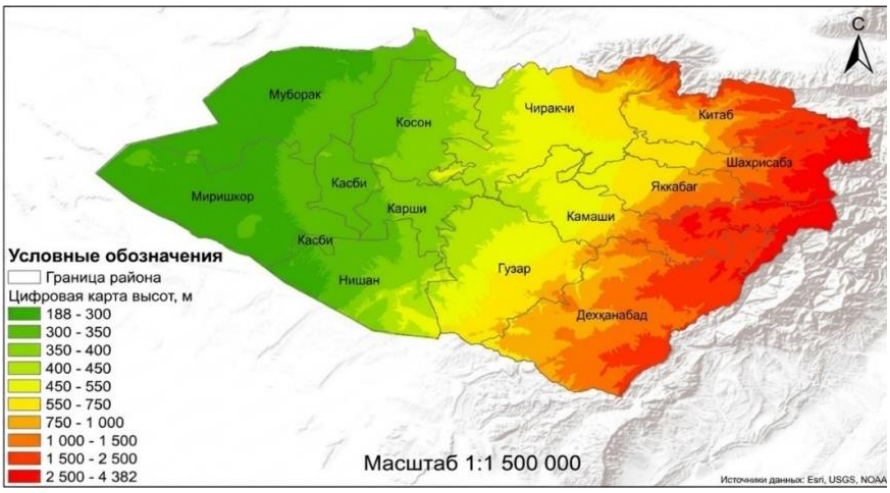


Рис. 1. Цифровая высотная карта Кашкадарьинской области

Основные тенденции изменения климата в Кашкадарьинской области проанализированы по данным метеорологических станций Мингчукур (2117 м), Акрабат (1601 м), Шахрисабз (625 м) и Карши (375 м) за 1991-2022 годы.

В 1991–2020 годах в Кашкадарьинской области в качестве основных проявлений изменения климата наблюдалось стабильное повышение температуры воздуха, а также снижение атмосферных осадков и их неравномерное межгодовое распределение. В частности, годовое количество осадков на метеорологической станции Шахрисабз снизилось с более чем 600 мм в 1991 году до 550 мм к 2020 году.

Результаты анализа данных наблюдений метеостанций свидетельствуют о стабильном повышении среднегодовой температуры воздуха. Особенно с 2000-х годов ускорились темпы повышения температуры воздуха, наблюдалось увеличение числа очень жарких дней в летний сезон и относительно мягкое течение зимы. Эти изменения могут привести к удлинению вегетационного периода, ускорению процессов испарения и увеличению спроса на водные ресурсы (рис.2).

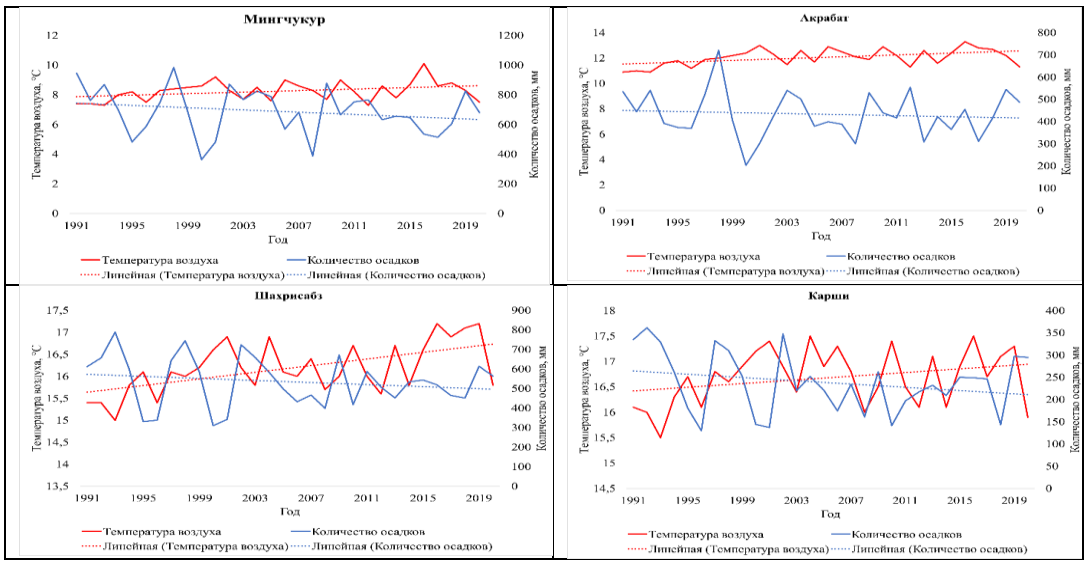


Рис. 2. Динамика среднегодовой температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях

Данные климатические изменения оказывают негативное влияние на режим формирования запасов поверхностных и подземных вод, а также на сезонный сток рек. В результате возникают важные проблемы для орошаемого земледелия, питьевого водоснабжения и экологической устойчивости региона.

Для оценки будущих климатических условий в Кашкадарьинской области были использованы глобальные климатические модели CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6). Расчеты проводились на основе климатических сценариев SSP (Shared Socioeconomic Pathways) и оценивались ожидаемые изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в период до 2100 года. (рис.3)

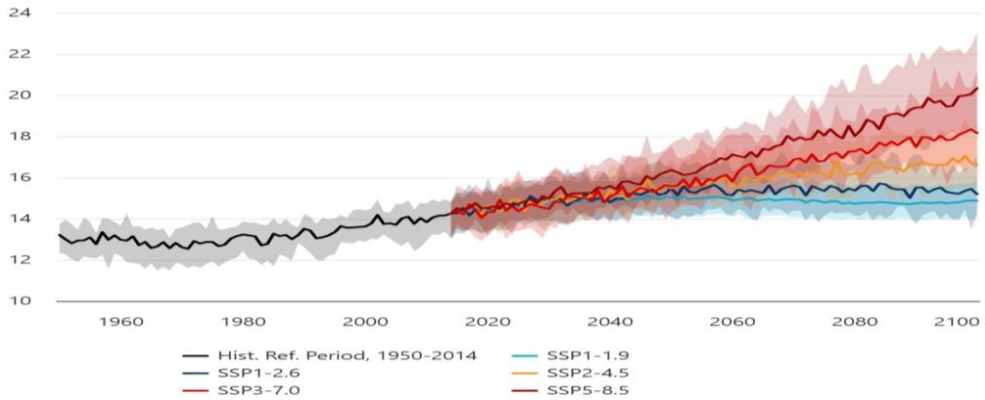


Рис. 3. Прогноз изменения температуры воздуха до 2100 года для бассейна реки Кашкадарья по различным сценариям CMIP6

Согласно результатам прогноза, во всех сценариях SSP в Кашкадарьинской области наблюлось постепенное повышение температуры воздуха (рис. 3). При этом ожидаются изменения в количестве и распределении атмосферных осадков.

Согласно прогнозам, годовое количество атмосферных осадков может существенно не измениться, однако их сезонное распределение изменится. В частности, в летние месяцы ожидается уменьшение осадков, а в зимний и

весенний сезоны - сильные осадки. Сокращение снежного покрова в горных районах может привести к более раннему началу весенних потоков и усложнению распределения водных ресурсов. Также прогнозируется увеличение частоты экстремальных климатических явлений, таких как волны жары, сильные осадки и засухи. Эти изменения требуют усиления мер по адаптации к изменению климата в сельском и водном хозяйстве.

Во **второй** главе диссертации, озаглавленной **«Использование ГИС и технологий дистанционного зондирования при оценке водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья»** рассмотрены вопросы использования данных дистанционного зондирования и возможностей геоинформационных систем (ГИС) при мониторинге и оценке водных ресурсов в бассейне реки Кашкадарья. Также проанализировано состояние имеющихся водных ресурсов бассейна. По расчетам, средний многолетний объем природных водных ресурсов Кашкадарьинского оазиса составляет 1416 млн.м^3. В многоводные годы этот показатель может увеличиться до 1905 млн.м^3, а в маловодные годы уменьшиться до 600 млн.м^3. Это свидетельствует о том, что в маловодные годы в обеспечении оазиса водой возникает серьезный дефицит. По данным Аму-Кашкадарьинского бассейнового управления ирригационных систем, объем фактически учитываемых местных формируемых водных ресурсов в бассейне составляет 1072,1 млн.м^3 (таблица 1). Данный показатель отражает местные водные ресурсы, принятые при составлении водохозяйственного баланса, и отличается от среднемноголетнего объема естественного стока.

Таблица1

Распределение водных ресурсов Кашкадарьинской области по источникам (по состоянию на 2023 год)

№	Источники	Водные ресурсы, млн.м^3	%
1	Река Амударья (Каршинский магистральный канал)	3240,6	66
2	Река Кашкадарья	1072,1	22
3	Река Зарафшан (канал Эски Анхор)	326,2	6
4	Подземные воды	191,6	4
5	Коллекторно-дренажные воды	104,3	2
	Всего	4934,7	100

Примечание:таблица составлена автором на основе данных Министерства водного хозяйства.

Общая площадь бассейна реки Кашкадарья составляет 12 тыс. км², из которых 8780 км² приходится на площадь водосбора. Основной водной артерией бассейна является река Кашкадарья с крупными притоками Джиннидарья, Аксу, Танхоз, Яккабаг и Гузардарья. Наиболее полноводной является река Аксу (115 км; площадь бассейна 1050 км²). Протяженность Танхоздарьи составляет 104 км (459 км²), Джиннидарьи - 61 км (367 км²), Гузардарьи - 86 км (3220 км²).

В бассейне реки Аксу насчитывается 61 ледник общей площадью 7,5 км². Средняя длина ледников составляет 0,5 км, общий объём льда

-0,1256 км³. Наиболее крупными являются ледники Северцевский и Батырбайский.

В связи с ограниченностью природных водных ресурсов Кашкадарьинского оазиса построены водохранилища общей вместимостью 2355,1 млн м³, обеспечивающие регулирование сезонного стока и рациональное использование водных ресурсов. В работе на примере Чимкурганского и Пачкамарского водохранилищ применены традиционные методы и данные дистанционного зондирования для определения площади водной поверхности.

Для оценки современного состояния водных ресурсов проанализированы многолетние изменения атмосферных осадков по данным метеорологических станций и расходов воды рек по данным гидрологических постов. Установлено снижение количества осадков в горных районах формирования стока, что сопровождается уменьшением водности реки Кашкадарья и её основных притоков.

При оценке объёмов Чимкурганского и Пачкамарского водохранилищ определены регрессионные зависимости между спутниковыми данными Landsat и наземными гидрометеорологическими наблюдениями (уровень и объём воды), что позволило оценить многолетнюю динамику их водных запасов.

Чимкурганское водохранилище с полезной ёмкостью 450 млн.м³ является одним из крупнейших в Кашкадарьинской области и обеспечивает водой более 77 тыс. га орошаемых сельскохозяйственных земель (табл. 2).

Таблица 2

Морфометрические характеристики Чимкурганского и Пачкамарского водохранилищ

Название	Тип, год ввода в эксплуатацию	Бассейн реки, место положение	H, м	$V_{полн}$ млн.м^3	$V_{поле}$,млн.м^3	F, км^2	h, м	
							средн	макс
Чимкурганское	Русловой 1964 г.	Кашкадарья Камашинский район	33	500	372	49,2	9,8	28,4
Пачкамарское	Русловой 1967г.	Гузардарья Гузарский район	70	260	178	12,2	19,5	34,1

Примечание: H-высота плотины, $V_{полн}$ -польный объём $V_{полез}$ –полезный объём F -площадь водной поверхности, h-глубина

Пачкамарское водохранилище имеет важное значение в улучшении водообеспечения Гузарского района, обеспечивая водой около 15 тысяч гектаров орошаемых посевных площадей. Водохранилище также служит для развития рыбного хозяйства. Согласно результатам анализа данных дистанционного зондирования, за последние 20 лет объем водных ресурсов в бассейне сократился примерно на 10–15%, а летний маловодный период начался раньше, чем в предыдущие годы.

Также на основе данных дистанционного зондирования было проанализировано изменение площади поверхности воды в Чимкурганском и

Пачкамарском водохранилищах в периоды высокого, среднего и низкого уровня воды (рис. 4).

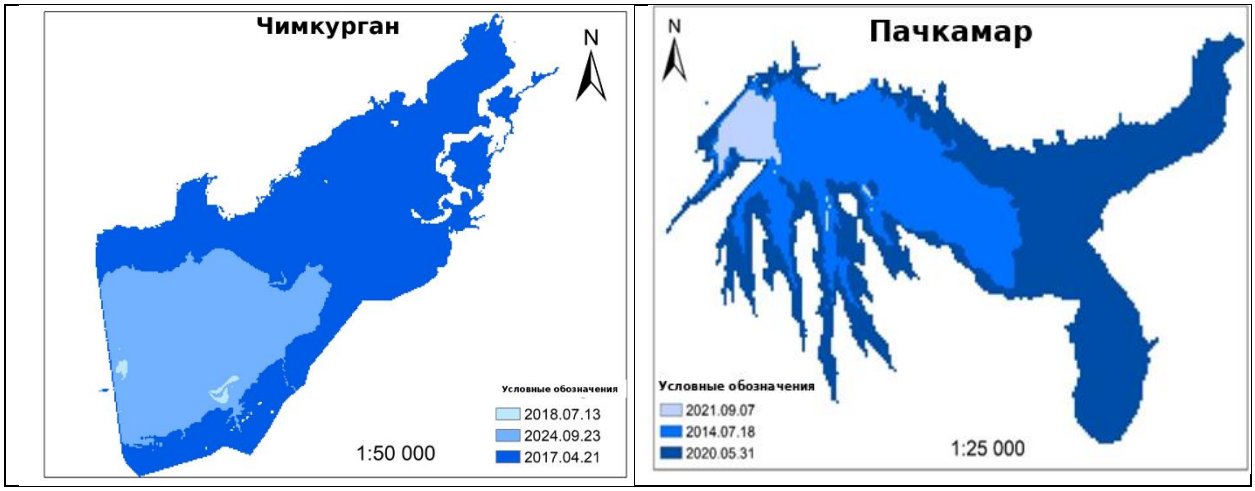


Рис.4. Изменение характерных площадей водной поверхности Чимкурганского и Пачкамарского водохранилища

Геоинформационные системы (ГИС) и технологии дистанционного зондирования позволяют автоматизировать процесс мониторинга поверхности водохранилищ, а также повысить точность и эффективность расчетов.

Определение площади поверхности воды водохранилищ на основе данных дистанционного зондирования позволяет достоверно оценить их объем воды.

По результатам анализа регрессионной зависимости между площадью водной поверхности и объемом воды коэффициент детерминации для Пачкамарского водохранилища составил R^2=0,96, а для Чимкурганского водохранилища R^2 =0,871. Полученные результаты подтверждают наличие высокой степени достоверности взаимосвязи между площадью поверхности и объемом воды (рис. 5).

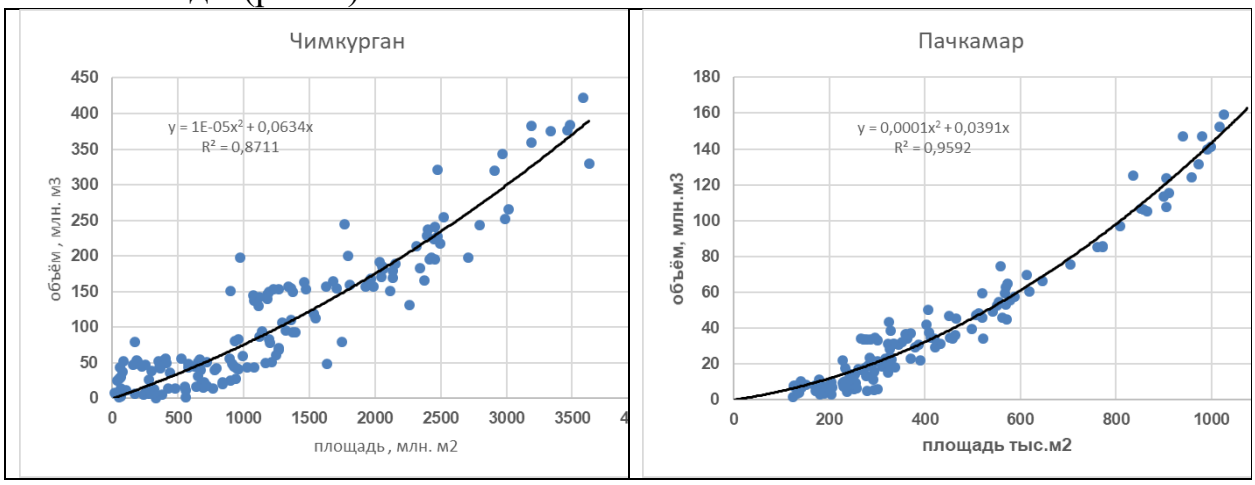


Рис.5. Зависимость площади поверхности и объема воды в водохранилищах (2000-2024 гг.)

В третьей главе диссертации под названием **«Оценка влияния изменения климата на снежный покров»** изучены пространственные и

временные изменения снежного покрова в бассейне реки Кашкадарья с помощью данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем (ГИС). В исследовании использовались спутниковые данные Landsat, Sentinel-2, MODIS Terra и MODIS Aqua для оценки распространения снежного покрова и высоты снеговой линии на основе показателей NDSI (Normalized Difference Snow Index) и SWE (Snow Water Equivalent).

С помощью программы MODSNOW были обработаны данные MODIS, созданы карты суточного снежного покрова с точностью до 94%, очищенные от облаков. На основе этих карт были проанализированы пространственные и временные изменения снежного покрова в бассейне реки Кашкадарья за 2000-2024 годы. Результаты показали, что снежный покров напрямую зависит от климатических условий, высоты рельефа и атмосферных осадков, а его уменьшение приводит к сокращению весеннего речного стока и водных ресурсов.

На основе данных снежного покрова был спрогнозирован сток реки в бассейне Кашкадарьи за вегетационный период и его отдельные месяцы. При этом использовались модели, основанные на площади снежного покрова (SCA), индексе снежного покрова (SCI) и их комбинации. Согласно анализу результатов, модель, построенная на основе SCI, показала самую высокую точность, а коэффициент детерминации составил R^2=0,80. Результаты модели были сопоставлены с данными наблюдений за стоком, поступающим в Пачкамарское водохранилище (рис. 6).

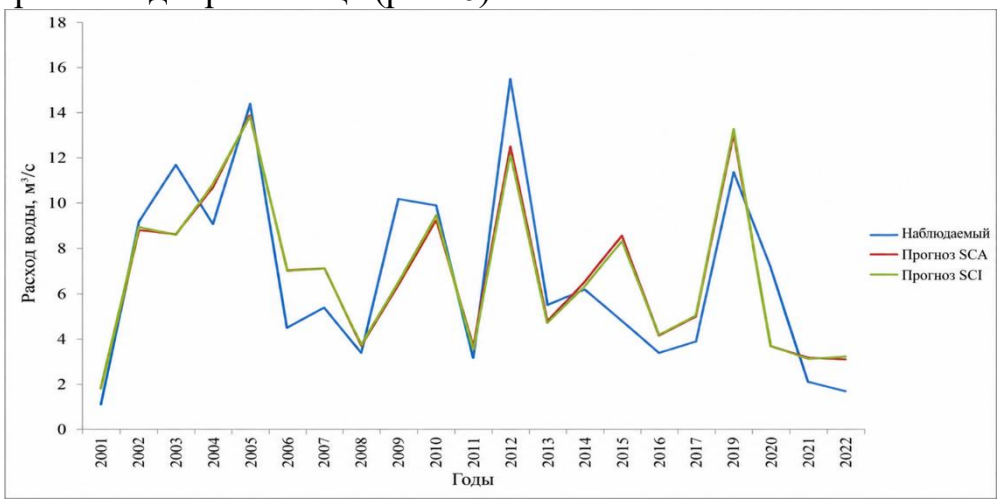


Рис.6. Сравнение результатов прогноза и наземных наблюдений расхода воды (приток в Пачкамарское вдхр.)

В четвертой главе диссертации, озаглавленной **«Совершенствование метода оценки водных ресурсов в условиях изменения климата на основе модели MATILDA»** формирование водных ресурсов в Кашкадарьинской области, процессы их использования и влияние изменения климата были комплексно оценены с помощью модели MATILDA (Modeling Water Resources in Glacierized Catchments). В модели смоделированы процессы таяния снега и ледников, сезонного распределения осадков и формирования речного стока. В расчетах интегрированно использовались данные реанализа ERA5-Land,

наблюдения местных метеорологических станций, данные дистанционного зондирования и климатические сценарии CMIP6.

Модель MATILDA была настроена на основе четырехэтапной иерархической калибровки. При этом входные данные были адаптированы, снежный режим калиброван по SWE (Snow Water Equivalent), оптимизировано таяние ледников, а влажность почвы и формирование речного стока определялись с помощью алгоритма DEMCZ. Результаты калибровки показали, что модель с высокой точностью воспроизводит суточные изменения речного стока (KGE = 0,88–0,89; NSE = 0,83–0,84). Также динамика эквивалента снеговой воды показала хорошее соответствие с данными наблюдений (КГЭ_{SWE} = 0,81).

По данным дистанционного зондирования, в 2002–2022 годах площадь ледников в бассейне реки Кашкадарья сократилась на 18,6%. Модель MATILDA оценила уменьшение площади ледников за этот период на 11,7%. Эти результаты свидетельствуют о том, что ледники в бассейне постепенно сокращаются, а устойчивость криосферы снижается под влиянием изменения климата.

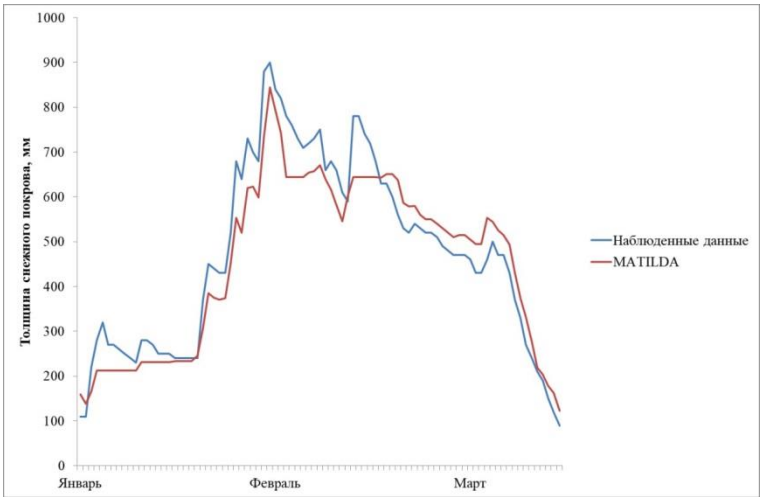


Рис.7 Сравнение толщины снежного покрова, определенной в 2017 году на модели MATILDA, с наземными данными

Согласно прогнозам, основанным на климатических сценариях CMIP6, в течение XXI века в бассейне реки Кашкадарья ожидается повышение годовой температуры воздуха, значительное сокращение площади ледников, увеличение продолжительности засушливых периодов и сокращение годового речного стока на 18-23%**.**

Модель MATILDA достаточно точно воспроизводит сезонную динамику толщины снежного покрова в бассейне реки Кашкадарья. По наблюдениям, его толщина увеличивается в январе, достигает максимума в начале февраля и снижается с марта (рис.7). Модель в целом соответствует наблюдаемым данным, хотя в периоды интенсивного накопления и таяния снега имеются отдельные расхождения. В целом MATILDA надежно отражает динамику снежного покрова и может применяться для моделирования и прогнозирования речного стока.

Согласно результатам модели и климатических сценариев CMIP6, доля снеготаяния в формировании речного стока бассейна Кашкадарьи к концу XXI века увеличится в среднем с 41 % до 50 %. Это указывает на усиление зависимости водных ресурсов от сезонных факторов и повышение неустойчивости режима речного стока.

Прогнозируется, что уменьшение летних атмосферных осадков и повышение температуры воздуха приведут к сокращению снеговых запасов, уменьшению зимнего стока и усилению дефицита воды в летний период.

По расчетам MATILDA и сценариям CMIP6 средняя температура воздуха повысится на 0,95°C по сценарию SSP2-4.5 и на 2,85°C по сценарию SSP5-8.5. По данным метеостанции Карши ожидается снижение годового количества атмосферных осадков с 264 до 216 мм, а площадь ледников бассейна сократится примерно на 10 % (рис. 8).

Полученные результаты являются научной основой для разработки рекомендаций по устойчивому управлению водными ресурсами бассейна реки Кашкадарья, снижению риска засух и адаптации к изменению климата.

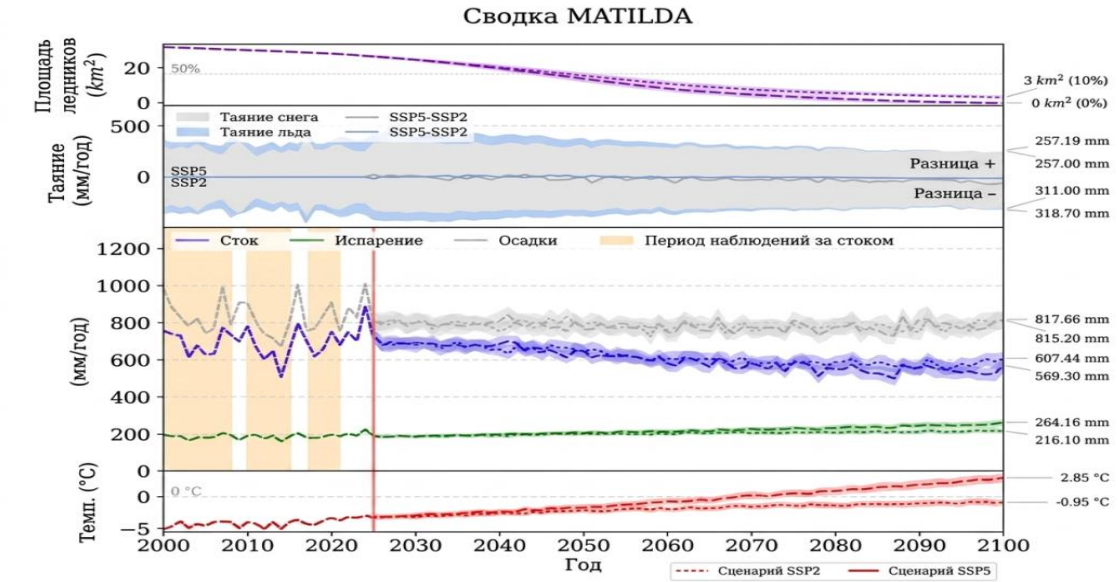


Рис.8 Долгосрочные оценки климата на территории бассейна р.Кашкадарья на основе модели MATILDA и данных CMIP6

по результатам исследования разработаны следующие научно-практические рекомендации:

а) по оценке водообеспеченности в вегетационный период.

при обеспеченности ≥100 % — применять стандартный режим орошения и традиционную структуру посевов;

при 80–100 % — внедрять водосберегающие технологии и оптимизировать водопотребление;

при <80 % — расширять посевы маловодоёмких культур и планировать распределение воды.

б) По размещению сельскохозяйственных культур.

структуру и площади посевов определять с учетом водообеспеченности и потребностей сельского хозяйства; в маловодных районах расширять посевы маловодоёмких культур.

в) по водосберегающим технологиям.

применять капельное и современные способы орошения, автоматизировать оросительные системы и использовать научно обоснованные режимы полива.

г) по планированию водных ресурсов.

устанавливать лимиты водопользования с учетом водности года и климатических прогнозов; в маловодные годы оптимизировать площади посевов, сокращать водопотребление и повышать готовность к чрезвычайным ситуациям.

Полученные результаты подтверждают необходимость регулярного мониторинга водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья с использованием данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем (ГИС), оптимизации управления водохранилищами и разработки мер адаптации к засухам и наводнениям. Такой подход способствует рациональному использованию водных ресурсов, снижению риска засух и повышению надежности водоснабжения населения.

Исследование показало, что в формировании водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья, наряду с рекой Аксу, важную роль играют снег и ледники. Даже незначительное повышение температуры воздуха способно изменить сезонное распределение речного стока и привести к его сокращению в долгосрочной перспективе. Предложенный подход, основанный на модели MATILDA и интеграции данных дистанционного зондирования с наземными наблюдениями, может быть применён и для других горных речных бассейнов снежно-ледникового типа Центральной Азии.

В ходе исследования усовершенствована концептуальная модель формирования водных ресурсов бассейна реки Кашкадарья и предложен научно-методический подход к оценке гидрологического баланса горных бассейнов снежно-ледникового типа с учетом деградации ледников и изменений сезонного распределения атмосферных осадков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ данных наблюдений на 5 метеостанциях бассейна реки Кашкадарья выявил стабильное повышение среднегодовой температуры воздуха в течение 1991-2020 годов. Установлено, что температура воздуха повысилась в среднем на 0,96°C, а количество атмосферных осадков уменьшилось в среднем на 76 мм. В частности, на метеостанции Гузар увеличилась на 1,6°C, на метеостанции Карши на 0,5°C, атмосферные осадки уменьшились на 111 мм на метеостанции Мингчукур, 33 мм на метеостанции Акрабат.

2. Коэффициент детерминации на основе регрессионной зависимости между площадью водной поверхности и объемом воды Чимкурганского (R^2=0,87) и Пачкамарского (R^2=0,96) водохранилищ. Это подтверждает высокую достоверность метода дистанционной оценки объема воды.

3. При прогнозировании речного стока на основе данных о снежном покрове Индекс снежного покрова (Snow Cover Index, SCI) обеспечил

наивысшую точность ($R^2 \approx 0,8$). Это подтвердило, что показатель SCI является эффективным параметром для прогнозирования речного стока.

4. В работе впервые дана комплексная оценка влияния изменения климата на водные ресурсы бассейна реки Кашкадарья на основе интегрированного подхода, объединяющего модель MATILDA, данные дистанционного зондирования (MODIS, Sentinel, SRTM) и ГИС-анализ. Для данного бассейна был разработан откалиброванный и верифицированный вариант гляцио-гидрологической модели MATILDA на основе спутниковых данных.

5. С помощью модели MATILDA были смоделированы процессы формирования речного стока в бассейне реки Кашкадарья. Результаты калибровки модели: KGE=0,88–0,89 и коэффициент Нэша–Сатклиффа = 0,83–0,84. Для эквивалента запаса воды в снеге KGEswe = 0,81.

6. Согласно долгосрочному климатическому прогнозу, основанному на модели MATILDA и данных CMIP6, ожидается повышение температуры воздуха на 0,95°C по сценарию SSP2-4.5 и на 2,85°C по сценарию SSP5-8.5, а также снижение количества осадков на высоте 200 м с 264 до 216 мм и сокращение площади ледников на 10%. Хотя годовое количество осадков существенно не изменится, прогнозируется их уменьшение в летний сезон и увеличение частоты экстремальных осадков.

7. Установлено, что в 2002–2022 гг. площадь ледников в бассейне реки Кашкадарья сократилась на 18,6% по данным дистанционного зондирования и на 11,7% по результатам моделирования MATILDA. Согласно сценариям CMIP6, годовой речной сток может уменьшиться на 18–23%.

8. Для бассейна реки Кашкадарья выполнены калибровка и верификация гидрологической модели с использованием данных дистанционного зондирования. Для настройки параметров модели MATILDA (коэффициентов снеготаяния, параметров водного баланса и др.) использованы данные MODIS о площади снежного покрова и LANDSAT о состоянии ледников. Интеграция данных дистанционного зондирования с гидрологическим моделированием позволила повысить точность оценки снежно-ледниковых процессов и формирования речного стока.

9. Разработанные практические рекомендации по эффективному использованию водных ресурсов бассейна Кашкадарьи служат основой для выработки практических решений по повышению эффективности водоснабжения и управления мелиорацией в бассейне Кашкадарьи, рациональному водопользованию, а также адаптации к изменению климата.

SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 AT THE HYDROMETEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE

HYDROMETEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE

XURSANDOVA NARGIZA RASHIDOVNA

ASSESSMENT OF WATER RESOURCES OF THE KASHKADARYA RIVER BASIN AND DEVELOPMENT OF SCIENCE-BASED RECOMMENDATIONS FOR THEIR EFFECTIVE USE IN CLIMATE CHANGE CONDITIONS

11.00.03 – Land hydrology. Water resources. Hydrochemistry

DISSERTATION ABSTRACT
OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
OF GEOGRAPHICAL SCIENCES

Tashkent–2026

The title of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministty of Higer Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan with registration number of B2024.3.PhD/G338.

The dissertation has been prepared at the Hydrometeorological Research Institute.

The abstract of dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online on the Scientific council website (www.nigmi.uz) and on the website of "Ziyo.net" information-educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant:	**Akhmedova Tamara abdurakhimovna** candidate of technical sciences, senior researcher
Official opponents:	**Murodov Shuhrat Odilovich** doctor of technical sciences, professor
	Ziyaev Rakhmat Rakhimovich doctor of philosophy on geographical sciences (PhD), dotsent
Leading organization:	**"Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers" National Research University"**

The defense of the dissertation will take place on « 8 » Oktober 2026 in «14^{00}» at the meeting of the Scientific Council for award of Scientific degrees DSc.18/2025.27.12.Gr.02.01 at the Hydrometeorological Research Institute (Address:72, 1st Bodomzor yuli street, Tashkent 100052. Ph.: +998 71 2358512. Fax: +998 71 2371319. E-mail: info@nigmi.uz).

PhD dissertation can be found at the Scientific-technical library of the Hydrometeorological Research Institute (registered under № 242). (Address: 72, 1st Bodomzor yuli street, Tashkent 100052. Ph.: +998 71 2358512. Fax: +998 71 2371319. E-mail: info@nigmi.uz).

Abstract of dissertation has been distributed on « 23 » September 2026 year.
(Mailing report № _____ on «____» _____ 2026 year).

B.M. Kholmatjanov
Chairman of the Scientific council for award of scientific degrees, Doctor of Geographical Sciences

B.E.Nishonov
Scientific Secretary of the Scientific council for award of scientific degrees, PhD

D.M. Turgunov
Chairman of the scientific seminar under Scientific council for award of scientific degrees, Doctor of Geographical Sciences

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is assessment of water resources of the Kashkadarya River Basin based on modern models and development of scientifically based recommendations for their effective use in the context of climate change.

The object of the research work is the water resources of the Kashkadarya River Basin and the formation of water resources.

Scientific novelty of the research work:

the MATILDA hydrological model is adapted to the specific climatic conditions of the Kashkadarya basin (air temperature, atmospheric precipitation and their seasonal distribution) and hydrological features (seasonal and annual variability of river flow, the proportion of snow and glacial runoff);

when assessing the volume of reservoirs, regression relationships were identified between remote sensing (Landsat) data and ground hydrometeorological observations (water level and volume in the reservoir);

an algorithm for calculating the volume of water in the Pachkamar and Chimkurgan reservoirs based on remote sensing data has been developed;

ERA5-reanaliz ma’lumotlari va qor chizig‘i kuzatuvlari asosida Qashqadaryo havzasida suv resurslarining o‘zgarish dinamikasi hamda suv resurslaridan samarali foydalanishga qaratilgan ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained by developing scientifically based recommendations for assessing and effectively using the water resources of the Kashkadarya basin in the context of climate change:

taking into account the specific climatic conditions of the Kashkadarya basin (air temperature, atmospheric precipitation and their seasonal distribution) and hydrological features (seasonal and annual variability of river flow, the proportion of flow formed from snow and glaciers), the MATILDA glacio-hydrological model adapted to the region was put into practice in the processes of river flow assessment and water resource management at the Amu-Kashkadarya Basin Irrigation Systems Management (Reference of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 04/20-403 dated January 29, 2026). As a result, opportunities have been created for short-term and long-term assessment and forecasting, taking into account the seasonal and annual variability of river flow in the Kashkadarya River Basin;

regression relationships between remote sensing (Landsat) data and ground hydrometeorological observations (water level and water volume in the reservoir) when assessing the volume of reservoirs have been introduced into the practice of the Amu-Kashkadarya Basin Administration of Irrigation Systems in the processes of assessing and monitoring the volume of water in reservoirs (Reference of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 04/20-403 dated January 29, 2026). As a result, opportunities have been created for operational and

reliable monitoring of water reserves of existing reservoirs in the Kashkadarya River Basin, assessment of the state of water resources, and increasing the efficiency of their management;

the algorithm for determining the volume of water in the Pachkamar and Chimkurgan reservoirs based on remote sensing data has been implemented in the "Amy-Kashkadarya" Basin Irrigation Systems Management in the processes of assessing and monitoring the state of reservoirs (Reference of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 04/20-403 dated January 29, 2026). As a result, it was possible to remotely determine the water reserves in the reservoirs located in the Kashkadarya River Basin, promptly assess their volumetric changes and increase the efficiency of water resource management;

Scientifically based recommendations aimed at the dynamics of changes in water resources in the Kashkadarya basin and the efficient use of water resources based on re-analysis data and snow line observationsıo Introduced into practice in the processes of management and planning of water resources of the Amu-Kashkadarya Basin Administration of Irrigation Systems (Reference of the Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan No. 04/20-403 dated January 29, 2026). As a result, taking into account the variability of river flow in the Kashkadarya basin, opportunities have been created for the rational and productive use of available water resources, increasing the stability of water supply, and making management decisions on a scientific basis.

The structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of literature and annexes. The volume of the dissertation is 112 pages.

E’LON QILINGAN ILMIY ISHLAR RO‘YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I Bo‘lim (I часть; I part)

1. Axmedova T.A., Xursandova N.R.,.Karabayeva B.X. Qashqadaryo havzasi suv resurslarini monitoring qilishda masofadan zondlash ma’lumotlaridan foydalanish masalalari // O‘zbekiston zamini. – 2023 - №4 - B.79-83. (11.00.00). https://uzzamin.uz/ru/magazines/4-2023/

2. Tillayahodjaeva Z.Ж., Quranboyeva Z.E., Xursandova N.R. Assessment of the impact of climate change on public health (in the Kashkadarya region) // Nature and Science.-2024.-Vol.17 N6. PP. 17-21. (11.00.00; №4) http://www.sciencepub.net/newyork

3. Gafurov A.A., Xursandova N.R. Iqlim o‘zgarishining Qashqadaryo viloyati havo harorati va yog‘in miqdoriga ta’sirini baholash // O‘zbekiston zamini. - 2024. - №3 - B.87-91 (11.00.00). https://uzzamin.uz/ru/magazines/3-2024/

4. Хурсандова Н.Р. Мониторинг снежного покрова с использованием программы MODSNOW // Экономика и Социум. – 2025. - Выпуск №9 (136) - С.810-815 (11.00.00;№11) https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_f451ba3b84574853a306e99c332efb37.pdf?index=true

5. Khursandova N., Gafurov A., Kurbanbayev S., Abatova A. Mathematical modeling of snow cover thickness in the Kashkadarya river basin // Science and Education in Karakalpakstan. – 2026. - №1/1. - P.193-203. (11.00.00). https://drive.google.com/file/d/1FxLD67fLWOptumvlFgJhh2uGN-eRvIGX/view

6. Омонов Н.О., Хурсандова Н.Р., Эшмуратова Г.Ш.; Қуранбаева З.Э. Оценка взаимосвязи между данными международных баз Nasa Power и CRU по температуре воздуха и атмосферным осадкам Узбекистана // Центральноазиатиский журнал географических исследований. - 2026. - №1-2. - Б.60-74. (11.00.00). www.cageojournal.uz

7. Гафуров А.А., Хурсандова Н.Р., Ахмедова Т.А. Масофадан зондлаш маълумотлари асосида дарё оқимини вегетация даврига прогнозлаш// Гидрометеорология ва атроф-муҳит мониторинги. - 2026. - №1. - Б.60-72. (11.00.00; № 11). https://doi.org/10.47689/GMvaAMM-2026-vol5-iss1-pp60-71

II Bo‘lim (II часть; II part)

8. Жўраев Б.Б., Хурсандова Н.Р., А.К.Ходжиев. Иқлим ўзгаришининг Оролбўйи хавзасига таьсири, Амударё хавзасида сув тақчиллиги / “Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари” мавзуидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари Тошкент, 2023-йил. 20-октябр - Б.101-104. https://nuu.uz/wp-content/uploads/2026/07/Туплам.-Иклим-ўзгариши-2023_compressed.pdf

9. Хамдамова Г.М., Хурсандова Н.Р., Карабаева Б.Х., Ахмедова Т.А., Жўраев Б.Б. Иқлим ўзгариши шароитида Қашқадарё ҳавза ўзанига таъсирини

баҳолаш / “Иқлим ўзгариши шароитида арид ҳудудлар сув ресурслари: муаммолар ва уларнинг ечимлари” мавзуидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. – Тошкент. 2023.йил. 20-октябр - Б.378-381 https://nuu.uz/wp-content/uploads/2026/07/Туплам.-Иклим-узгариши-2023_compressed.pdf

10. Xursandova N.R., Quranboyeva Z.E, Omonov N.O. CRU baza ma’lumotlarini amaliyotga tadbiq etish (Qashqadaryo viloyati misolida) / “Geografik tadqiqotlarda zamonaviy geoinformatsion kartografiya, masofadan zondlash metodlari va texnologiyalarning roli” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. - Toshkent, 2024-yil. 24-26-aprel. - B.534-539.https://nuu.uz/wp-content/uploads/2026/06/To'plam%2024.04.2024-1.pdf

11. Xursandova N.R., Quranboyeva Z.E., Omonov N.O., Axmedova T.A. Meteorologik qurg‘oqchilik indeksi xarakteristikalarini cru bazasi ma'lumotlari yordamida o‘zgarishini baholash (Qashqadaryo viloyati misolida) / O‘zbekistonda Iqlim o‘zgarishi muammolarini ta’limga integratsiya qilish Xalaqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. - Toshkent 2024-yil. 23-24-may - B.77-81. https://nuu.uz/wp-content/uploads/2026/07/Conference-Proceeding-23-24-2024.pdf

12. Жўраев Б.Б., Хурсандова Н.Р. Иқлим ўзгаришида сув ресурсларини оқилона бошқариш чораларини ишлаб чиқиш (канал сув баланси ҳисоби мисолида) / “Глобаллашув ва иқлим ўзгариши шароитида озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлаш: муаммо ва ечимлар” мавзусидаги Республика илмий-амалий конференция материаллари –. Тошкент 2024 йил 15-май – Б.181-186. https://doi.org/10.5281/zenodo.11403585

13. Хурсандова Н.Р., Ахмедова Т.А., Карабаева Б.Х. Масофадан зондлаш маълумотлари асосида Қашқадарё ҳавзасидаги қор қопламини мониторинг қилиш /“Иқлим ўзгариши шароитида тадқиқотларнинг асосий йўналишлари: Замонавий ёндошувлар ва технологиялар” мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари.- Тошкент. 2025 йил 23-24 май - Б.239-242. https://nuu.uz/wp-content/uploads/2026/07/Toplam-23-24.05.2025.pdf

14. Ergashev S.E., Xursandova N.R.. Qashqadaryo viloyatida iqlim o‘zgarish jarayonlari va ularni baholash / “Iqlim o‘zgarishi sharoitida tog‘ muzliklarini monitoring qilishning innovatsion usullari va glatsiologiyani rivojlantirishning dolzarb muammolari” mavzusidagi Xalqaro konferensiya materiallari.- Toshkent. 2025 yil. 16-17-sentyabr - B.236-241 https://doi.org/10.5281/zenodo.17166546

15. Хурсандова Н.Р., Карабаева Б.Х., Гафуров А.А. Иқлим ўзгариши шароитида Қашқадарё ҳавзаси сув ресурсларини замонавий методлар асосида баҳолаш / “Иқлим ўзгариши ва Марказий Осиё сув ресурслари: баҳолаш бошқариш ва ривожланиш тамоиллари” мавзусидаги Халқаро илмий-амалий конференция материаллари. - Тошкент. 2026-йил 22-23-май. - Б.403-408. https://nuu.uz/wpcontent/uploads/2026/06/To'plam%202026%20%20DOI%2022-23.05.2026.pdf

Avtoreferat “Geologiya va mineral resurslar” ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi, o‘zbek va rus tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

№881980
Bichimi 60x84$^{1}/_{16}$. Rizograf bosma usuli.
“Times New Roman” garniturasi.
Shartli bosma tabog‘i: 2. Adadi 70. Buyurtma № 26.
2023-yil 13-maydagi №233 litsenziya.
2025-yil 19-iyundagi №839944 tasdiqnoma.
«Mineral resurslar instituti» bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100064, Toshkent sh., Olimlar ko‘chasi, 64-uy
Elektron pochta: info@mridm.uz
Tel: 71 209 08 93, 71 209 08 90