

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJA BERUVCHI PhD.18/30.T.153.01 RAQAMLI ILMIY
KENGASH**

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI
IRRIGATSIYA VA SUV MUAMMOLARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

UNGALOV AKMAL NAVRUZOVICH

**IQLIM O‘ZGARISHINING CHIRCHIQ DARYOSI OQIMI VA ATROF-
MUHITGA POTENSIAL TA’SIRINI MODELLASHTIRISH**

11.00.05 – Atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish

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

TOSHKENT – 2024

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

**Оглавление диссертации доктора философии (PhD) по техническим
наукам**

**Content of dissertation abstract of Doctor of Philosophy (PhD) on technical
sciences**

Ungalov Akmal Navruzovich

Iqlim o'zgarishining Chirchiq daryosi oqimi va atrof-muhitga potentsial
ta'sirini modellashtirish..... 3

Ungalov Akmal Navruzovich

Моделирование потенциального воздействия изменения климата на
речной сток и окружающую среду реки Чирчик..... 25

Ungalov Akmal Navruzovich

Modeling the potential impact of climate change on the river-runoff and
environment of the Chirchik river..... 47

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 51

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJA BERUVCHI PhD.18/30.T.153.01 RAQAMLI ILMIY
KENGASH**

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI
IRRIGATSIYA VA SUV MUAMMOLARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

UNGALOV AKMAL NAVRUZOVICH

**IQLIM O‘ZGARISHINING CHIRCHIQ DARYOSI OQIMI VA ATROF-
MUHITGA POTENSIAL TA’SIRINI MODELLASHTIRISH**

11.00.05 – Atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish

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

TOSHKENT – 2024

Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2023.4.PhD/Gr295 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti va Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot institutlarida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) institut veb sahifasi (ecoilm.uz, ismiti.uz) va «Ziyonet» axborot ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

G’afforov Husen Shirinovich

texnika fanlari falsafa doktori, katta ilmiy xodim

Rasmiy opponentlar:

Erkaboyev Furqat Iyasovich

texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Juliyev Muxiddin Komilovich

texnika fanlari falsafa doktori, dotsent.

Yetakchi tashkilot:

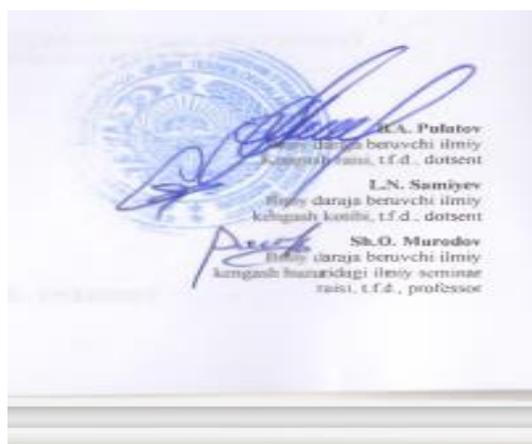
Samarqand davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy daraja beruvchi PhD.18/30.T.153.01 raqamli Ilmiy Kengashning 2024 yil «4» may__ soat 14:00__ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko‘chasi, 7a uy. (tel.: (71) 277-69-83; faks.: (71) 277-89-22; e-mail.: eco_ilm@umail.uz).

Dissertatsiya bilan Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№1 raqami bilan ro‘yxatdan o‘tgan). (Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko‘chasi, 7a uy. (tel.: (71) 277-69-83; faks.: (71) 277-89-22; e-mail. eco_ilm@umail.uz:).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «_20_»_04___ kuni tarqatilgan.

(2024 yil «20»_04___ dagi ___1___ raqamli reestr bayonnomasi).



KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda, iqlim o'zgarishi sharoitida daryo havzalarida suv resurslari bilan bevosita bog'liq bo'lgan atrof-muhitni muhofaza qilishda yerdan foydalanish va o'simlik qoplaminig o'zgarishi, havzalardagi eroziya jarayonlari, suv sathi dinamikasi, hamda ularni uzoq muddatli bashoratlashda global iqlim modellardan foydalanishga alohida e'tibor berilmoqda. Hozirgi kunda, iqlim o'zgarishining atrof-muhitga ta'siri yumshatish asosan tabiiy omillar va inson faoliyati natijasida hosil bo'ladigan issiqxona gazlari emissiyasi natijasida yuzaga keladigan iqlim modellarining o'zgarishi sifatida aniqlanadi va mintaqaviy miqyosdagi ta'sirni baholash, hamda iqlim o'zgarishiga moslashishni qo'llab-quvvatlash uchun qaror qabul qilishda ko'proq mintaqaviy iqlim modellardan foydalanish va amaliyotga joriy etish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda¹. Bu borada, jumladan Fillandiya, Yaponiya, Fransiya, Xitoy, Janubiy Koreya, AQSH va boshqa rivojlangan davlatlarda iqlim o'zgarishi sharoitida oqimning atrof-muhitga bo'lgan salbiy ta'sirini keskin kamaytirish va ta'sirlarni kelajak uchun bashorat qilishga imkon beruvchi zamonaviy usullar va geoaxborot texnologiyalariga asoslangan boshqaruv tizimini ishlab chiqish, atrof-muhitni himoya qilish samaradorligini oshirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda, global iqlim o'zgarishi bugungi kunning eng dolzarb va jiddiy muammolaridan biri bo'lib, butun dunyo mamlakatlariga ta'sir etayotgan oqibatlarni tabiiy resurslar, atrof-muhit, insoniyat salomatligi, suv resurslariga qanday ta'sir etishini bashorat qila olmaslik bilan, barqaror rivojlanish yo'lidagi jiddiy muammoni bartaraf etishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan yog'ingarchilik intensivligining o'zgarishi, oqim sathi dinamikasi, eroziya, yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar qurg'oqchilik, bo'ronlar, zaiflashtiruvchi jazirama to'lqinlar va toshqinlar kabi atrof-muhitga salbiy ta'sir etuvchi ekstremal tabiiy hodisalarni modellashtirish bo'yicha tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, iqlim parametrlarining o'zgarishiga qarab yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar, suv sathi dinamikasini yaqin va uzoq kelajak uchun ko'p spektrli sun'iy yo'ldosh tasvir sensorlari yordamida geoaxborot texnologiyalariga asoslab iqlim o'zgarishining atrof-muhitga ta'sirini bashorat qilishga qaratilgan muammolar yechimlarni topish dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda iqlim o'zgarishining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish, shuningdek, yong'igarchilik intensivligi o'zgarishlari, eroziya muammolarini yechishga yordam beradigan yangi texnik yechimlar va texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar o'tazish va ularni amalga qo'llash bo'yicha keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan "Suv resurslarini boshqarish tizimini tubdan isloh qilish va suvni iqtisod qilish bo'yicha alohida davlat dasturini amalga oshirish, tabiatni muhofaza qilishga

¹ <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter18-1.pdf>

raqamli texnologiyalarni joriy etish, monitoring yuritishda inson omilini qisqartirish va avtomatlashtirish tizimini yo'lga qo'yish"² bo'yicha vazifalar belgilangan. Ushbu yo'nalishda, jumladan, daryo havzasidagi biomassaning o'zgarishi, ekologik nuqtai nazardan o'zgarishlarning tarkibiy qismi va miqdoriy ko'rsatkichlarini baholashda maqsadli yo'naltirilgan ilmiy tadqiqotlarni amalga oshirish, daryo oqimini boshqarish usullari va texnologiyalarini yaratish, kelajakda ekologiya va atrof-muhit muhofazasi, ekologik oqim tushunchasi bo'yicha bir nechta samarali modellarni ishlab chiqish va ishonchli foydalanishni ta'minlashga qaratilgan tadqiqotlar ustuvor hisoblanmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yilning 31-maydagi "Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi faoliyatini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-171-sonli qarori, 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60-son Farmoni, 2020-yil 10-iyuldagi PF-6024-sonli "O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasi", 2019-yil 10-oktyabrdagi «2030-yilgacha bo'lgan davrda O'zbekiston Respublikasining atrof muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5863-son farmoni hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti ma'lum darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha tadqiqotlar fan va texnologiyalar rivojlanishining V. «Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi» ustuvor yo'nalishiga doirasida bajarilgan.

Muammoni o'rganilganlik darajasi. Ekologik xavflar va ularning asosiy jihatlari, bu muammolarning kelib chiqish sabablarini global iqlim modellari, ma'lumotlar to'plami, modellar kombinatsiyasi asosida atrof-muhitga bo'layotgan salbiy ta'sirlar, oqimni bashoratlash va daryo havzasida erozion jarayonlar, yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlarning atrof-muhitga salbiy ta'sirlarini baholash, uning oqibatlarini, iqlim o'zgarishiga javoban o'tmishdagi va kelajakdagi iqlimiy farqlarni modellashtirish, oqim dinamikasi, yog'inlar, potensial evapotranspiratsiya va harorat ortishini tadqiq qilish masalalari bo'yicha Bao Anming, Philippe De Maeyer, K.H. Hamed, K. Abbaspour, Alishir Kurban, Byorn Klove, Jean-Nicolas Louis, J. Nyssen, R Arnold, A. Amanambu, X. Chen, F Meng, Garee Khan, Tie Liu, Ali Torabi Haghghi, Eldiyar Duulatov, Yerbolat Mukanov, A.Gulaxmadov, V.A.Duxovniy, G.Stulina, S.Usmanov, S.Alamanov, I.Chembarisov, M.Juliyev, A.Gafurov, H.G'affarov va boshqalar izlanishlar olib borganlar hamda ma'lum darajada ijobiy natijalarga erishilgan.

Mazkur ilmiy-tadqiqot ishlarining tahlillari natijalari shuni ko'rsatadiki, daryo havzalarda iqlim o'zgarishi sharoitida ekologiya va atrof-muhitga bo'ladigan turli xil ta'sirlarni inobatga olib ilmiy tadqiqotlar yetarlicha olib borilmagan.

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasi bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Irrigatsiya va suv muammolari, ilmiy-tadqiqot institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasidagi BA-KXΦ-5-022 “Iqlim o'zgarish sharoitida O'zbekiston Respublikasi yer osti va yer usti suvlaridan samarali foydalanish, boshqarish va shakllantirishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish” (2017-2020); va AL-47-2110171 “Iqlim o'zgarishi sharoitida Surxondaryo va Qashqadaryo havzasidagi daryolar oqimini uzoq muddatli prognozlash modelini ishlab chiqish” (2021-2024) mavzularidagi loyihalar doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Iqlim o'zgarishi sharoitida Chirchiq daryosi oqimining atrof-muhitga bo'layotgan ta'sirini baholashda global iqlim modellarini moslashtirish va kelajak uchun modellashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Geoaxborot texnologiyalaridan foydalangan holda, ko'p spektrli sun'iy yo'ldosh tasvir sensorlari yordamida iqlim o'zgarishining atrof-muhitga ta'sirini baholash;

Yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlarni aniqlash va bashorat qilish;

Iqlim o'zgarishi sharoitida Chirchiq daryosi oqimi o'zgarishining atrof muhitga potensial ta'sirini tahlil qilish;

Global iqlim modellari foydalanib, tuproq eroziyasining atrof-muhitga ta'sirini baholash va bashorat qilish;

Global iqlim modellari yordamida yaqin va uzoq kelajak uchun daryo oqimidagi o'zgarishlarni modellashtirish;

Tadqiqotning obyekti sifatida Chirchiq daryosi havzasi yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar, havzadagi eroziya, daryo oqimi va atmosfera yog'inlari qabul qilingan.

Tadqiqotning predmetini global iqlim ma'lumotlari yordamida Chirchiq daryosi havzasida sodir bo'layotgan jarayonlar, daryo oqimi, eroziya, iqlim parametrlarining ekologiya va atrof-muhitga ta'sirini baholash hamda oqim o'zgarishini modellashtirish tashkil etadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida ekologiya va gidrologiyada umum qabul qilingan uslublardan hamda geografik axborot tizimi asosida yerdan foydalanish va yer qoplami o'zgarishini baholash va bashorat qilish, havzadagi yeroziya tahlili, suv sathi o'zgarishini hisoblash bashoratlash, hamda dala tajribalari natijalarini qayta ishlash, matematik statistika va delta yondashuv usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Geo-axborot texnologiyalaridan foydalangan holda, ko'p spektrli sun'iy yo'ldosh tasvir sensorlari yordamida iqlim o'zgarishining atrof-muhitga ta'sirini bashorat qilish usullari iqlim modellari asosida ishlab chiqilgan;

Iqlim o'zgarishining atrof-muhitga bo'lgan bo'g'liqligini ifodalovchi ta'sirlar, Chirchiq daryosi havzasi misolida yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar bashorat qilingan;

Iqlim parametrlarining o'zgarishiga qarab suv sathi dinamikasining atrof-muhitga ta'sirini hisoblash usullari takomillashtirilgan;

Tuproq yeroziyasining atrof-muhitga ta'sirini baholashda global iqlim modellaridan foydalangan holda yeroziyani bashorat qilish usullari ishlab chiqilgan;

Mintaqa iqlimi uchun yuqori korrelatsiya koeffitsiyentiga ega 5 ta global iqlim modellari: ACCESS1-3; bcc-csm1-1-m; CanESM2; CSIRO-Mk3-6-0; GISS-E2-R samaradorligi asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Chiqchiq daryosi misolida, iqlim o'zgarishining daryo havzalari oqimi va atrof-muhitga potensial ta'sirini sabablari aniqlangan;

Oqim dinamikasini modellashtirish uchun yerdan foydalanish va o'simlik qoplami xaritasi ishlab chiqilgan va kelajak uchun bashorat qilingan;

Iqlim o'zgarishining daryo havzalari oqimi va atrof-muhitga bo'lgan potensial ta'sirini baholash va bashorat qilish uchun kuzatuv stansiyalar tarmog'i yetarli bo'lmagan Markaziy Osiyo kabi cheklangan ma'lumotlarga ega bo'lgan mintaqalarda muqobil ma'lumotlar manbai bo'lib xizmat qilishi mumkin bo'lgan maqsadda sun'iy yo'ldosh tasvirlari, masofadan zondlash ma'lumotlari va geoaxborot (GAT) texnologiyalarini boshqarishda tezkor qarorlar qabul qilish uchun muhimligi aniqlangan.

Daryo havzalarida suv dinamikasidagi o'zgarishlarni bashoratlashning umumlashtirilgan usuli ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi Tadqiqot natijalarining to'g'riligi, tanlangan modellarni global iqlim modellari bilan birlashtirgan holda qayta simulyatsiya qilish uchun zarur parametrlarni ishlab chiqishda griflangan iqlim ma'lumotlaridan foydalanilganligi bilan izohlanadi. Chirchiq daryosi havzasidagi daryolar oqimini umume'tirof etilgan qonuniyatlar bo'yicha baholashda ekstremal oqim prognozlarining tarkibiy qismlarini belgilash, nazariy natijalar va amaliy tadqiqotlar natijalarini bilan taqqoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati uchta istiqbolli davr - 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069) va 2070 (2060-2099) yillar uchun RCP-4.5 va RCP-8.5 representativ ssenariylarining RUSLE modeli va global iqlim modellari integratsiyasiga asoslanib, yog'ingarchilik yeroziyasi yaqin va uzoq kelajakda Chirchiq daryosi havzasida suv sathining dinamikasi, shuningdek, 2075 va 2100 yil uchun Chirchiq daryosi havzasida yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar LCM modeli yordamida TyerrSet platformasida simulyatsiya qilinganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati iqlim o'zgarishi ma'lumotlari to'plamining turli kombinsiyalari va kuzatuv ma'lumotlarini e'tiborga olgan holda, beshta yuqori korrelyatsiya koeffitsientiga ega global iqlim modellari asosida daryo oqimining atrof-muhitga potensial ta'sirini yaqin va uzoq istiqbolli kelajak uchun oldindan bashorat qilish, Chirchiq daryosi havzasida atrof-muhitni muhofaza qilish, bioxilma-xillikni asrash, qishloq xo'jaligi mahsulotlari hosilining

barqarorligini, shu orqali oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda, suv resurslarini optimal taqsimlash va operativ boshqarish imkoniyati yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Iqlim o'zgarishining Chirchiq daryosi oqimi va atrof-muhitga potensial ta'sirini modellashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

Iqlim o'zgarishi sharoitida oqim o'zgarishining atrof-muhitga bo'lgan ta'sirini hisoblash usullari "Sirdaryo havzasi suv xo'jaligi birlashmasi" da joriy etilgan (Suv xo'jaligi vazirligining 2023-yil 25-maydagi BP27857800-sonli ma'lumotnomasi). Natijada iqlim o'zgarishi sharoitida suv taqchilligi, qurg'oqchilik va atrof-muhitni muhofaza qilishda tezkor chora-tadbirlar ishlab chiqishga imkon yaratilgan.

Ko'p spektrli sun'iy yo'ldosh tasvir sensorlari yordamida iqlim o'zgarishining atrof-muhitga ta'sirini bashorat qilish usullari O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligi vazirligi va suv xo'jaligi boshqarmalarida joriy qilingan (Suv xo'jaligi vazirligining 2023 yil 25-maydagi BP27857800-sonli ma'lumotnomasi). Ushbu usulni joriy qilish orqali tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga yerishilgan.

Statistik, MODSNOW, SWAT, LCM kabi intyerfeysli modellar jamlanmasidan iborat tezkor qarorlar qabul qilish imkonini byeruvchi, fazo va makon bo'ylab taqsimlangan ma'lumotlar asosida iqlim o'zgarishi sharoitida daryo havzalarida oqimining atrof-muhitga bo'lgan ta'sirini baholashga imkon yaratuvchi ma'lumotlar bazasi ishlab chiqilgan (Suv xo'jaligi vazirligining 2023-yil 25-maydagi BP27857800-sonli ma'lumotnomasi). Natijada iqlim o'zgarishi kontekstida oqim o'zgarishining atrof-muhitga bo'lgan salbiy ta'sirini tezkor hisoblash hamda bartaraf etilishiga yerishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari xalqaro, respublika miqiyosidagi anjumanlarda va institut ilmiy kengashida muhokama qilingan va ma'qullangan, shu jumladan 2 ta xalqaro va 2 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissyertatsiya mavzusi bo'yicha jami 10 ta ilmiy ishlar chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissyertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan 1 tasi xorijiy jurnal hamda 2 ta EHM dasturi uchun guvohnoma olingan.

Dissyertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissyertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissyertatsiya hajmi 110 bet.

DISSYERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissyertatsiyaning **kirish** qismida mavzuning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, maqsadi va vazifalari, tadqiqot ob'ekti va predmeti to'g'risida ma'lumotlar keltirib o'tilgan. Bajarilgan tadqiqotlarning respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan va

tadqiqotning ilmiy yangiligi, amaliy natijalari bayon etilgan. Olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati yoritib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Iqlim o'zgarishining daryo havzasi oqimi va atrof-muhitga ta'siri bo'yicha tadqiqotlar tahlili”** deb nomlangan birinchi bobida oqim dinamikasi va uning atrof-muhitga ta'siri ko'rib chiqilgan. Oxirgi o'n yillikdagi iqlimning shiddat bilan o'zgarishi va natijada yog'ingarchilik intensivligi va chastotasidagi o'zgarishlar daryo havzalarida suv sathining o'zgarishlariga olib keldi. Buning natijasida atrof-muhitga ta'sir etuvchi potensial omillar ko'payib bormoqda. Yog'ingarchilik intensivligidagi o'zgarishlar va ekstremal ob-havo hodisalari, ayniqsa, qor va muzliklarning yerishi, shamol tezligi va radiatsiya o'zgarishi tufayli bug'lanish jarayonlariga ta'sir ko'rsatdi, yuqorida keltirilgan omillar suv resurslarining mavjudligi, ularning miqdor va sifatiga o'zgarishi natijasida atrof-muhitga bo'lgan salbiy oqibatlariga olib kelmoqda.

Daryo havzasi oqimi dinamikasining tabiiy resurslarga ta'siri o'rganilib, iqlim o'zgarishi sharoitida daryo havzalardagi iqlimiy o'zgarishlar, suv resurslarining dinamik harakatlari va meteorologik hamda gidrologik jarayonlar o'zgarishining tabiiy resurslarga ta'sirini baholash usullari tahlili ko'rib chiqilgan.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot o'tkazish metodi va ob'ektining tasnifi”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot ob'ekti bo'yicha mavjud metodlar va materiallar haqida ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, unda tadqiqot ishini olib borishda hisoblash uchun ishlatiladigan usul, fazo va vaqtinchalik o'zgaruvchanlikning baholash metodlari bayon etilgan. Mazkur keltirilgan tadqiqotlar va baholash usullari Chirchiq daryosi havzasida olib borilgan.

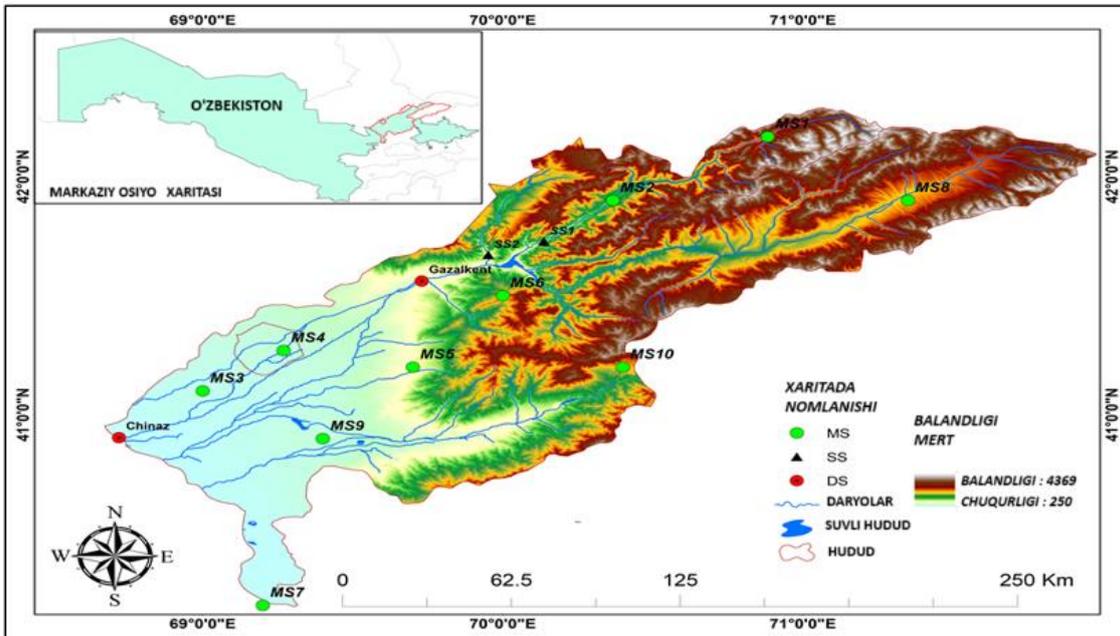
Chirchiq daryosi havzasi respublikadagi eng yirik va muhim havzalardan biri hisoblanadi, daryo Toshkent viloyatining shimoliy-sharqida joylashgan, iqtisodiyoti asosan qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga tayanadi. (1-rasm). Chirchiq daryosi Talas Olatovi yon bag'irlari va uning janubiy-g'arbiy shohlaridan oqib o'tadi.

Toshkent viloyatining bosh daryosi Chirchiq Pskem va Chotqol daryolarining qo'shilishidan hosil bo'lib, manbalari 4400 m balandlikda joylashgan. Uning uzunligi 225 km, havzasining maydoni 14240 km².

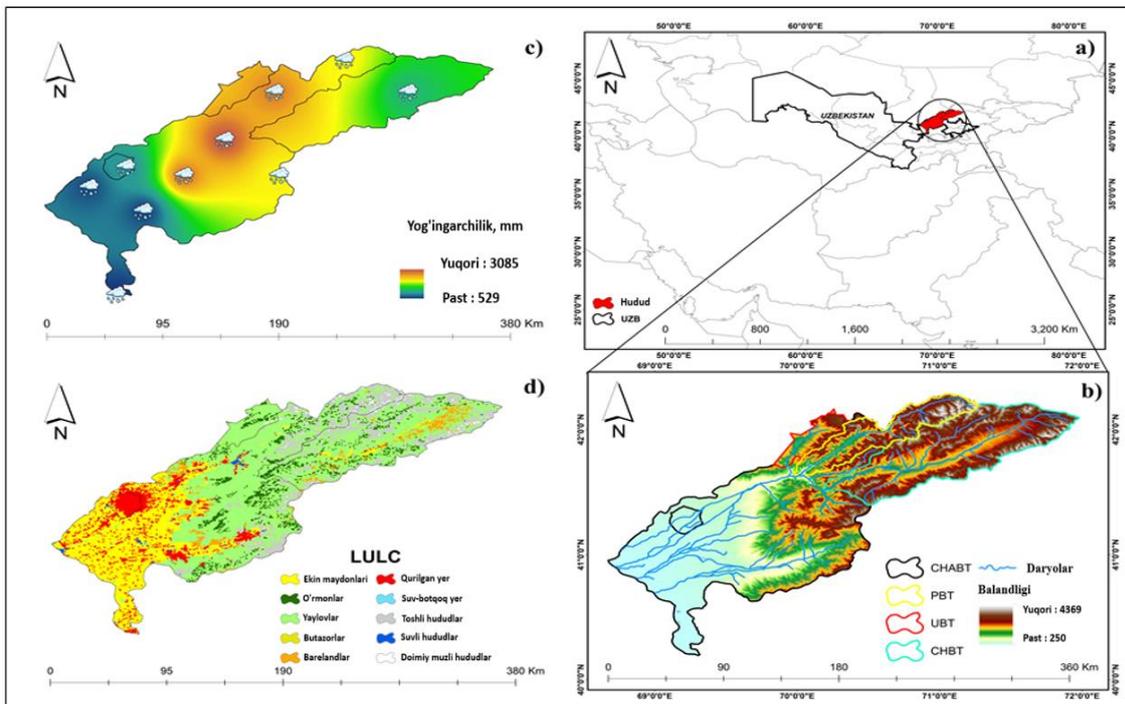
Daryo asosan qor, yomg'ir va yyer osti suvlari bilan to'yinadi. Havzaning eng baland nuqtasi dengiz sathidan 4299 m balandlikda joylashgan Beshtar cho'qqisi Pskem tizmasida bo'lib, u Sirdaryoga qo'shib ketgunga qadar janubi-g'arbga oqadi. Daryo havzasi katta maydonga ega emas, lekin suv resurslarining shakllanishini hisobga olgan holda tadqiqot hududi Chirchiq daryosi havzasining irmoqlari bilan birlashtirildi (2-rasm), shu sababdan o'rganilayotgan hududning umumiy maydoni 22120,9 ming km² ni tashkil qiladi. Havzasining barcha irmoqlari tog'li hududlarda joylashganligi sababli, modelni simulyatsiya qilish uchun iqlim o'zgarishining Chotqol, Pskem va Ugom daryolari havzalariga kuchli ta'sirini hisobga olgan holda, suv resurslarining shakllanish manbai sifatida o'rganildi.

Chorvoq suv ombori qurilgunga qadar Chirchiq ikki asosiy daryo: chapda Chotqol va o'ngda Pskem qo'shilish joyini hosil qilgan.

Daryo havzasi O'zbekiston hududida (Toshkent viloyati) va biogeografik birlik sifatida G'arbiy Tyan-Shanda joylashgan. Qurg'oqchil hududlar bilan o'ralgan chuchuk suv manbai bo'lib, nisbatan past muzlash, ko'p yog'ingarchilik (past tog'lar sharoitida 800 mm/yil) va mo'tadil iqlim bilan tavsiflanadi.



1 - rasm. Tadqiqot obyekti, kuzatuv stansiyalarining joylashuvi.



2 - rasm. Tadqiqot hududining umumiy ko'rinishi:

(a) joylashuvi va geografiyasi; (b) DEM (raqamli balandlik modeli, (CHABT - Chirchiq-Oxangaron havzasi hududi, PBT - Pskem havzasi hududi, UBT - Ugom havzasi hududi, CHBT - Chotqol havzasi hududi); (c) 1990-2020 yillardagi o'rtacha yillik yog'ingarchilikning fazoviy taqsimoti. O'zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazidan (O'zGidromet) va (d) yyerdan foydalanish/o'simlik qoplami sinflari.

Iqlimiy o'zgarish sharoitida daryo havzalarida mavjud suv resurslarining yaqin va uzoq kelajak uchun taqsimlanishi bilan bog'liq muammolar mavjud bo'lib, ular daryo havzalari va ekologik zonalar (yuqori, o'rta, quyi) uchun xos bo'lgan mintaqaviy cheklovlar bilan bog'liq.

Daryo havzasida suv resurslarining o'zgarishi natijasida meteorologik ma'lumotlarni tahlili qanday o'zgarayotganligini baholash maqsadida kuzatuv ishlarini (1990-2020) va tarixiy GCM³ ma'lumotlari (1975-2005) o'rtasidagi yuqori korrelyatsiyani topish uchun chiziqli tenglamadan foydalanilgan (1). Kelajakdagi meteorologik ma'lumotlarning manbalari sifatida CMIP5⁴ arxividagi beshta GCM modelidan yog'ingarchilik bo'yicha kunlik ma'lumotlar olingan.

$$R^2 = \frac{n \sum Q_i Q'_i - \sum Q_i \sum Q'_i}{\left(\sqrt{n(\sum Q_i^2) - (\sum Q_i)^2} \right) \cdot \left(\sqrt{n(\sum Q_i'^2) - (\sum Q_i')^2} \right)} \quad (1)$$

Bu yerda, $Q_i = 30$ yil davomidagi oylik yog'ingarchilik yig'indisi, $Q'_i =$ oylik yog'ingarchilikning simulyatsiya qilingan yig'indisi, $n =$ oylik yog'ingarchilik qiymatlari soni.

Nesh-Sakliff simulyatsiya samaradorligi (NSE) ko'rsatkichi samaradorlikni baholash uchun eng ko'p qo'llaniladigan statistik ko'rsatkichlardan biridir (2).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q'_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_i)^2} \quad (2)$$

Bu yerda, $Q_i =$ kunlik yog'ingarchilik, $Q'_i =$ simulyatsiya qilingan kunlik yog'ingarchilik, $Q_i -$ kuzatilgan davr uchun o'rtacha kunlik yog'ingarchilik, $\bar{Q}_i -$ simulyatsiya qilingan davr uchun o'rtacha kunlik yog'ingarchilik, $n =$ kunlik yog'ingarchilik qiymatlari soni.

Yuqoridagi statistik tahlillar asosida iqlim o'zgarishi asosida suv resurslarni baholashda kelajak uchun tabiiy resurslarni taqsimlash juda muhimdir. Shuning uchun iqlim o'zgarishi xususiyatlarining suv resurslari bilan bevosita bog'liq ravishda atrof-muhit muhofazasi, oziq-ovqat xavfsizligi va ekotizimga ta'sirini baholash uchun iqlim o'zgarishi ssenariylarini ishlab chiqish talab etiladi. Iqlim ssenariylari kelajakda iqlim o'zgarishi natijasida atrof-muhitga bo'ladigan ta'sirlarini baholash uchun antropogen omillarning mumkin bo'lgan qiymatini aniqlashdagi o'zgarishlarni inobatga olib kelajak uchun modellashtirish usullarini ishlab chiqish hozirgi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Keltirilgan omillarni inobatga olib Chirchiq daryosi havzasi uchun iqlim o'zgarishi sharoitida atrof-muhitga patensial ta'sirini modellashtirishda turli hil ssenariy modellardan foydalanildi.

³ GCM - Global Circulation Model

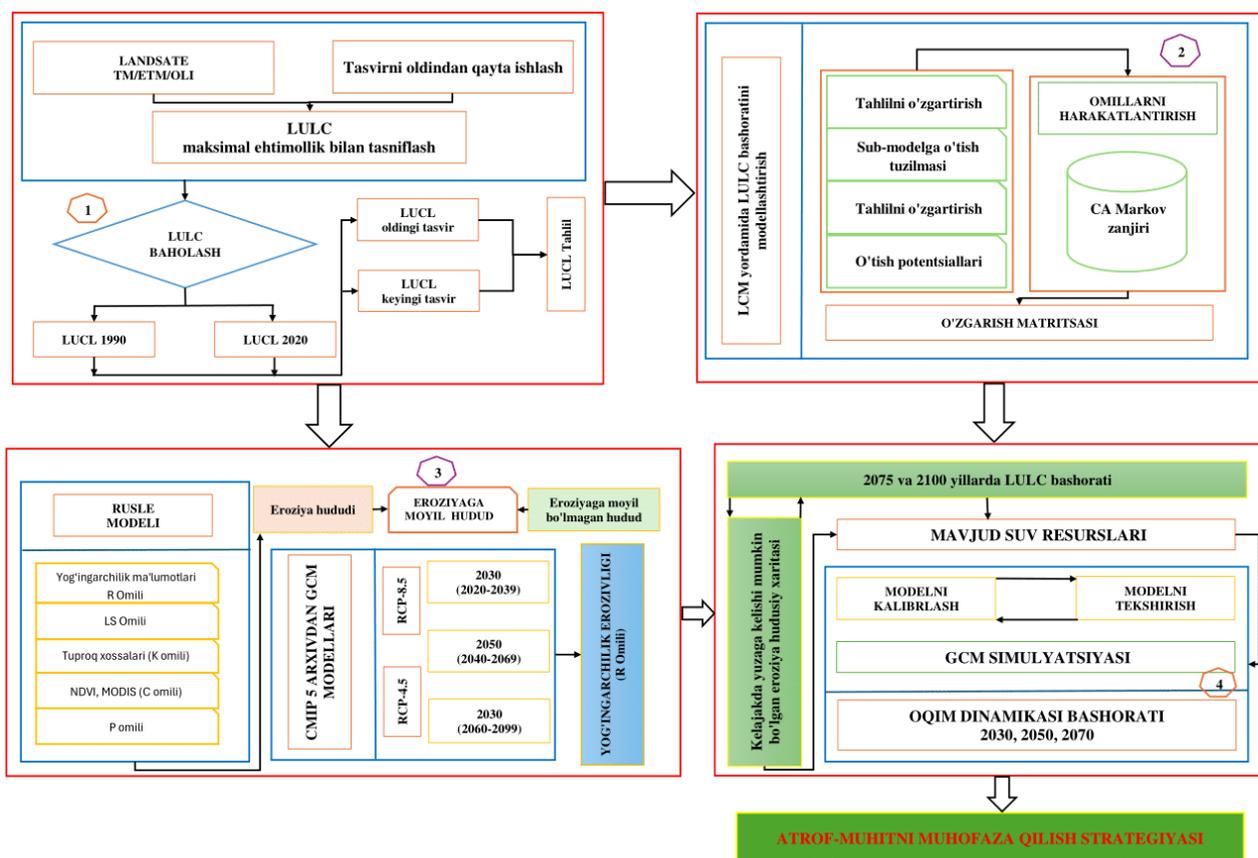
⁴ CMIP5 - Coupled Model Intercomparison Project Phase 5

Iqlim o'zgarishi ssenariylari haqidagi ma'lumotlar ko'p modeli ma'lumotlar bazasining 5-bosqichi (CMIP5), Umumiy aylanish modelidan (GCM) olingan.

Tarixiy yerdan foydalanish xaritalari ISMITI tomonidan Landsat7 sun'iy yo'ldosh tasviridan olingan multispektral TM/ETM+/OLI sensorlari yordamida yaratilgan.

Raqamli balandlik modeli (DEM) AQSh Geologik xizmati (USGS) Koinot Radar Topografiya Missiyasi (SRTM)dan yuklab olingan.

Iqlim o'zgarishini baholash. Daryo havzasining turli xil davrlari olindi, bular **2030** (2020-2039), **2050** (2040-2069) va **2070**-yillar CMIP5 arxividan olingan. GCM ssenariylari reprezentativ konsentratsiya yo'llaridagi **RCP-4.5** va **RCP-8.5** ishlatildi. Iqlim o'zgarishi tendensiyalarini hisobga olgan holda, kelajakda Chirchiq daryosi havzasining iqlimiy holatini baholashda muhim vosita sifatida foydalaniladi. Shunday qilib, ishlab chiqilgan modelning qarorlarini qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida foydaliligi ko'rsatildi.



3 – rasm. Iqlim o'zgarishi sharoitida daryo havzasida oqim, yeroziya va yer qoplami o'zgarishining detyerministik modelashtirish strukturasi.

Bunda iqlim o'zgarishi asosida Chirchiq daryosi havzasida suv oqimining o'zgarishining tabiiy resurslarga ta'sirini baholash uchun ma'lumotlarni qayta ishlash, tahlil qilish va sharhlash algoritmlariga ega ArcGIS, ENVI kabi dasturiy ta'minotlar, LCM, RUSLE kabi modellar va delta usullari qo'llanilgan (2-rasm).

- 1 LANDSAT sun'iy yo'ldosh suratlaridan multispektral TM/ETM+/OLI sensorlari yordamida yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar maksimal ehtimollik bilan tasniflash (supervised classification with Maximum Likelihood) bosqichi.
- 2 TerrSet platformasida Land Change Modeler (LCM) modeli yordamida yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar kelajak uchun bashorat qilish bosqichi. Kelajakdagi stsenariyni kuzatish va bashorat qilish uchun Markov zanjiri modellashtirishining sezgir parametrlarini o'rganish, baholash va aniqlashga orqali simulatsiya qilindi.
- 3 RUSLE modelidan foydalangan holda yog'ingarchilik eroziyasini baholash, va RCP-4.5 va RCP-8.5 reprezentativ stsenariylarida uch istiqbolli davr – 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069) va 2070 (2060-2099) yillarda havzadagi tuproq eroziyasini bashorat qilish bosqichi. RUSLE - bu empirik model bo'lib, u tuproq eroziyasi tufayli uzoq muddatli o'rtacha yillik tuproq yo'qotilishini hisoblaydi.
- 4 Daryo havzasida yerdan foydalansih va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar, eroziya jarayonining oqim dinamikasiga ta'siri va daryo oqimini bashorat qilish bosqichi. Ishlab chiqilgan modelar kalibrlab tekshirilgandan so'ng RCP-4.5 va RCP-8.5 reprezentativ stsenariylarida uch istiqbolli davr – 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069) va 2070 (2060-2099) yillar uchun oqim dinamikasi bashorat qilindi.

Iqlim o'zgarishi natijasida Chirchiq daryosi oqimi va atrof-muhitga potensial ta'sirni o'rganishda fazoviy taqsimlangan model qo'llanildi. Model iqlim o'zgarishi sababli yog'ingarchilikning tuproq yeroziyasiga va suv sathiga ta'sirini tahlil qilish, atrof-muhitga potensial ta'sirni o'rganishga imkon beradi va bu tabiiy ekotizimlar, bioxilma-xillik, shuningdek, qishloq xo'jaligi va iste'molchilarning suv bilan ta'minlanishi uchun juda muhimdir.

Dissyertatsiyaning **“Iqlim o'zgarishining yerdan foydalanish va oqimga ta'siri”** deb nomlangan uchinchi bobida Chirchiq havzasida yerdan foydalanish turlarining o'zgarishi, iqlim o'zgarishining daryo havzasiga ta'siri, Chirchiq daryosi oqimi va atrof-muhitga potensial ta'sirini modellashtirish kabi masalalar ko'rib chiqilgan va tavsiyalar byerilgan.

Yog'ingarchilik intensivligi va chastotasidagi keskin o'zgarishlar daryolar oqimiga, harorat o'zgarishi esa muzliklar massa balansida sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shu sababdan iqlim o'zgarishi xususiyatlarining daryo havzalarida suv resurslari bilan bevosita bog'liq bo'lgan atrof-muhitga ta'sirini baholash uchun iqlim o'zgarishi ssenariylarini ishlab chiqishni talab etadi.

Modellashtirish asosida daryo havzalarida yyerlardan foydalanish, o'simlik qoplami va boshqa ekologik ko'rsatkichlarning o'zgarishini, shuningdek, atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish sohasidagi kelajakdagi o'zgarishlarni bashorat qilish mumkin.

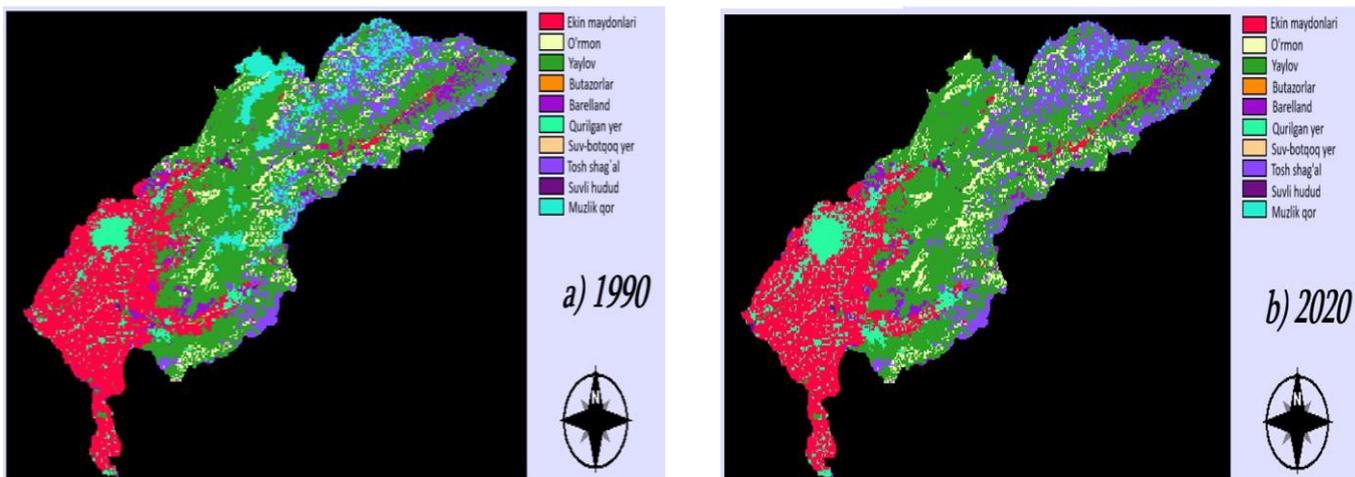
Yillar davomida Chirchiq daryosining suv resurslarini boshqarish va taqsimlash usullari ishlab chiqilgan. Bu usul matematik modellashtirishga asoslangan. So'nggi yillarda daryo havzasi tizimidagi gidrologik modellar Yevropa Ittifoqi yordamida ko'pgina omillarni (quyosh radiatsiyasi, namlik, shamol tezligi va ekin turlari va boshqalar) hisobga olmasdan ishlab chiqilgan va bu modellar tasdiqlanmagan. Yuqoridagilardan farqli o'laroq, ushbu tadqiqot ishida iqlim o'zgarishi sharoitida Chirchiq daryosi havzasida turli sharoitlarida iste'molchilar o'rtasida suvni optimal taqsimlash va uning atrof-muhitga ta'sirini baholash usullarini ishlab chiqildi.

Yerdan foydalanish, o'simlik qoplaminig o'zgarishi natijasida yer yuzasidagi bioxilma xillikni kamayib borishiga turli xil sabablar bo'lishi mumkin. Antropogen omillar, urbanizatsiya, tuproq eroziyasi kabi tabiiy omillar,

evapotranspiratsiya, infiltratsiya va bug‘lanishdagi yo‘qotishlarning ta’siri tufayli daryo havzalarida jarayonlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatib kelmoqda. Shuningdek, bu, o‘z navbatida, daryo havzalarining suv balansiga ta’sir qiladi. Masofadan zondlash usullari esa suv resurslarini boshqarishning yangi tendensiyasini ochdi. Daryolardan masofa DIVA-GIS veb-sahifasidan shakl fayllari sifatida yuklab olingan va ArcMap fazoviy tahlil vositalariga o‘rnatilgan “Euclidean distance” masofasidan foydalangan holda, mos ravishda o‘rganilayotgan hududdagi obyekt (yo‘llar va daryolar) ma’lumotlari to‘plamining shakl fayllari orqali yaratilgan.

Yerdan foydalanish va o‘simlik qoplaminig o‘zgarishi monitoringi (LULC⁵) hozirda yerdan foydalanishni rejalashtiruvchilar va menejyerlar, tabiatni muhofaza qiluvchilar va ekologlar uchun jiddiy tashvishdir. Bu uning yer yuzasidagi biofizik va biogeokimyoviy jarayonlarga ta’siri bilan bog‘liq. Biroq, ushbu tadqiqotda 1990-2020-yillar davomida Chirchiq havzasidagi yerdan foydalanish xususiyatlari va o‘simlik qoplamidagi o‘zgarishlar TerrSet⁶ platformasida LCM⁷ modelidan foydalangan holda modellashtirildi (4-rasm).

1990 va 2020-yillar uchun cho‘kindi yuki (t/yil) va LULC o‘zgarishi natijasida tuproqning o‘rtacha yillik yo‘qotilishi tahlil qilindi. Asosiy muhim o‘zgarishlar o‘rmonlar, o‘tloqlar va hozirda qurilish hududlarida sodir bo‘ladi (4-rasm).



4-rasm. Chirchiq daryosi havzasida yerdan foydalanish natijasida o‘simlik qoplaminig o‘zgarishi xaritasi

Geoaxborot texnologiyalari va masofadan zondlash usullaridan foydalangan holda yerdan foydalanish tasniflandi. 1990-2020-yillarda yerdan foydalanishdagi o‘zgarishlarni hisobga olib, tadqiqot ob’ekti uchun 2075 va 2100-yillarga mo‘ljallangan kelajakdagi yerdan foydalanish xaritasi tuzildi (4-rasm). Kelajak uchun ishlab chiqilgan xaritada (5-rasm), Chirchiq daryosi havzasida 2075-yil va 2100-yilgacha bo‘lgan davrda tadqiqot obyektida bo‘ladigan o‘zgarishlar bashorat qilingan. Modellashtirish natijalari qishloq xo‘jaligi yerlarining havzaning yuqori

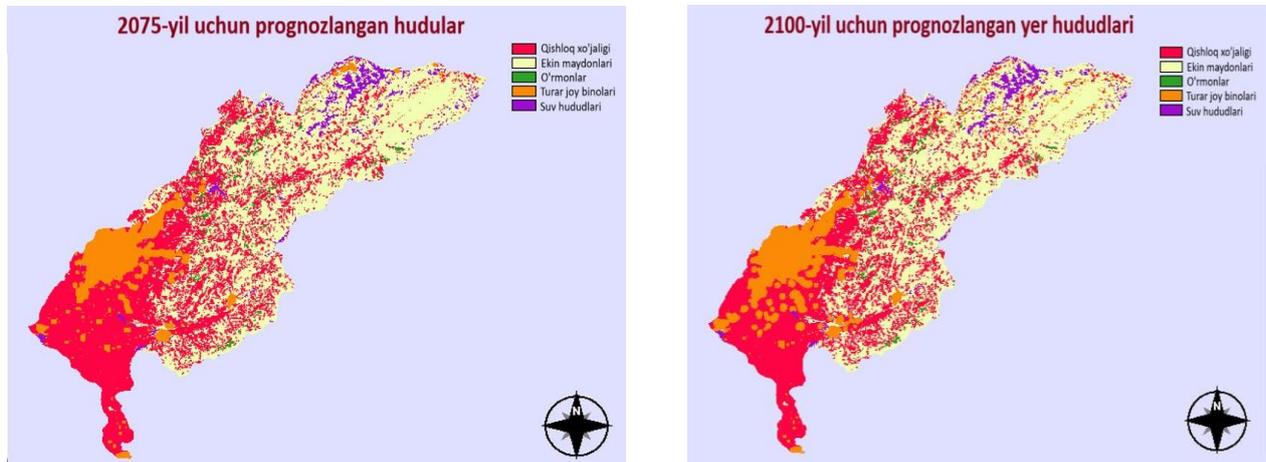
⁵ Land Use and Land Cover

⁶ TerrSet - raqamli geofazoviy ma’lumotlarni tahlil qilish va ko‘rsatish uchun integratsiyalangan geografik axborot tizimi va masofadan zondlash dasturi.

⁷ Land Change Modeler

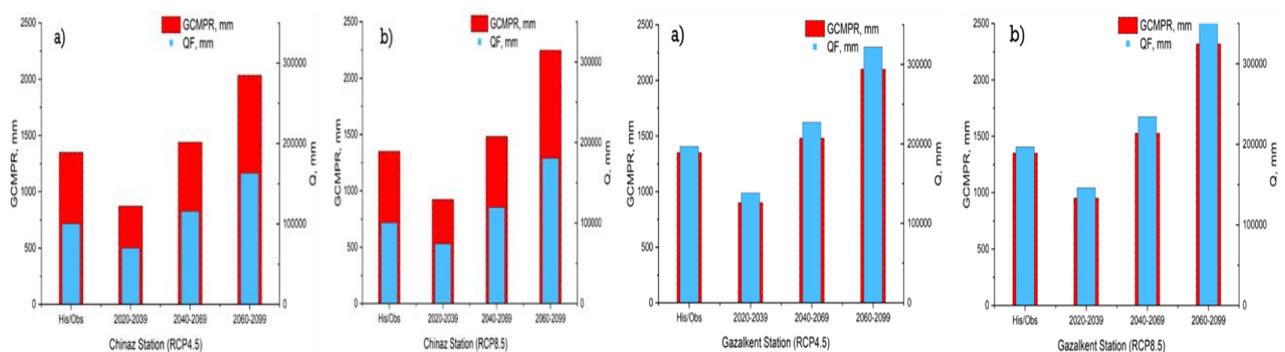
qismiga qarab kengayish borishi, shuningdek, yaylovlar va suv resurslari miqdorining kamayishini tushuntiradi.

Ishlab chiqilgan ssenariylar bo'yicha Chirchiq daryosi havzasida suv sathi ko'payishi tendensiyasi mavjud bo'lsada, suv resurslarining notekis taqsimlanishi kelajakda havzadagi suvdan foydalanuvchilarning ehtiyojlaridan kelib chiqqan holda mavjud suv yetarli bo'lmasligi taxmin qilindi.



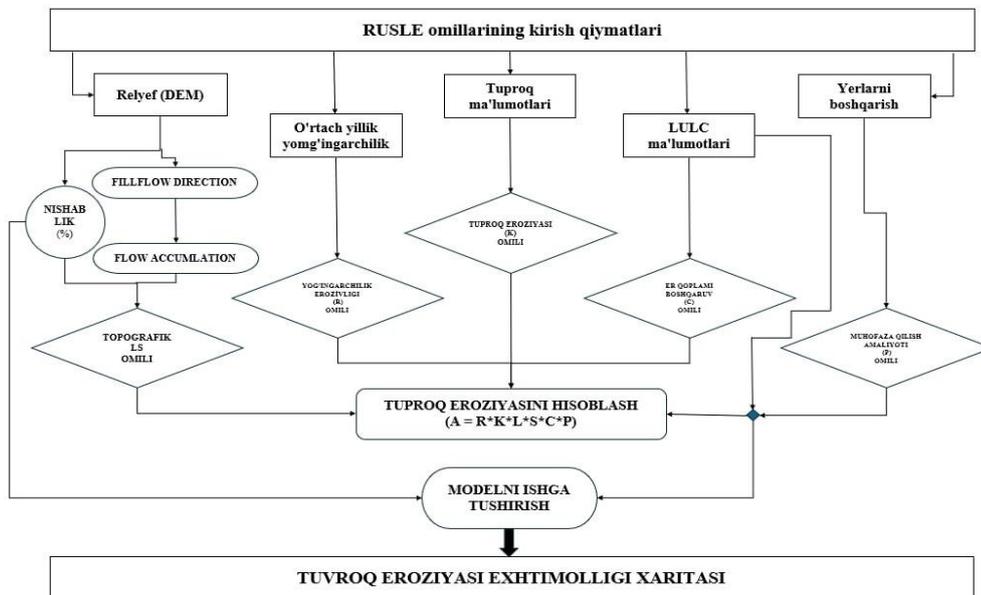
5-rasm. Iqlim o'zgarishi sharoitida Chirchiq daryosi havzasida kelajakdagi bioxilma-xillikni o'zgarish dinamikasi

2030, 2050 va 2070-yillar uchun daryo oqimining o'rtacha yillik o'zgarishi yog'ingarchilik faolligi nisbati bo'yicha tahlil qilingan va kelajakdagi yillik o'zgarishlarga bog'liqlik tendensiyasi 6-rasmda keltirilgan. Grafiklarga ko'ra, o'rtacha yillik o'zgarishlar ikkala gidropostda ham sodir bo'ladi va yog'ingarchilik koeffitsiyenti ortganida suv sathi pasayadi, bu ikki kuzatuv punkti orasidagi suv resurslaridan foydalanish bilan bog'liq. Ssenariylar havzadagi suvning ko'payishini anglatadi, ammo kelajakda suv resurslarining mavjudligini aniqlamaydi. Bu yerda biz bug'lanish va haroratning o'zgarishini hisobga olishimiz kerak, chunki ikkala omil iqlim o'zgarishi ta'sirini baholashda juda muhim rol o'ynaydi, bu yerda evapotranspiratsiya haroratga parallel ravishda o'zgaradi.



6-rasm. Chirchiq daryosi havzasida 2030, 2050 va 2070 davrlar uchun suv oqimining yillik yog'ingarchilikka nisbati (G'azalkent va Chinoz gidropostlari).

Dissyertatsiyaning “Iqlim o'zgarishi sharoitida yeroziyaning atrof-muhitga ta'sirini baholash” deb nomlangan to'rtinchi bobida Chirchiq havzasida yog'ingarchilik intensivligi o'zgarishlarining yeroziya va atrof-muhitga bo'lgan salbiy ta'siri baholangan hamda kelajak uchun global iqlim modellaridan foydalanib bashorat qilingan va tavsiyalar berilgan. Ushbu bobda geoaxborot tizimi negizida RUSLE⁸ modelidan foydalangan holda yeroziyasi jarayonlarini bashorat qilishda potensial tuproq yeroziyasini baholash va bashorat natijalari keltirilgan (7-rasm).



7-rasm. RUSLE modeli yordamida tuproq yeroziyasi baholash blok-sxemasi

Tuproq yeroziyasi asta-sekin sodir bo'ladi va unumdor tuproqqa bevosita yog'ir orqali ta'sir qiladi. Bu nafaqat qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligiga, balki atrof-muhitga va insoniyat hayotining umumiy barqarorligiga tahdid soladigan jiddiy global ekologik muammo sifatida tan olingan.

Tuproq xaritalarini tuzish va yangilashda, yog'ingarchilik intensivligidagi o'zgarishlarning oqibatlarini yaxshiroq tushunish va kuzatib borish uchun, tenglamada tavsiflanganidek, univyersal tuproq yo'qotish tenglamasining qayta ko'rib chiqilgan modeli bir nechta mezonlar asosida tanlangan (3).

$$A_{ij} = R_{ij} \cdot LS_{ij} \cdot K_{ij} \cdot C_{ij} \cdot P_{ij} \quad (3)$$

bu yerda: A_{ij} - joylashgan to'ring o'rtacha yillik potensial tuproq eroziyasi ($t/ha^{-1}y^{-1}$); R_{ij} - o'rtacha yog'ingarchilik yeroziyasining koeffitsienti, ($MJ mm ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$); K_{ij} - tuproq yeroziyasiga muvofiqlik koeffitsienti ($Mg h^{-1}MJ mm^{-1}$); L va S nishablik hisobga oladigan topografik omillardir. LS, C_{ij} va P_{ij} qiymatlari o'lchovsizdir.

Yog'ir-oqim eroziya omili (R) - Yog'ingarchilik koeffitsientini hisoblashda indeks birligi ma'lum miqdordagi yog'ingarchilikning yeroziya

⁸ Universal Soil Loss Equation - universal tuproq yo'qotish tenglamasi

kuchining ko'rsatkichi sifatida ifodalandi. Ushbu jarayonda har qanday davrdagi yeroziya hajmiga qarab, bo'ron yoki bo'ronlar ketma-ketligini aniqlab, yog'ingarchilik intensivligi va davomiyligi hisoblab chiqildi. Ammo monitoring stansiyasining yo'qligi yoki chekka hududlarda ma'lumotlarning etishmasligi tufayli R koeffitsienti va yillik yog'ingarchilik o'rtasidagi regressiya tenglamasi (4) parametrlarni qo'shimcha o'lchashni talab qiladi. Shu sababdan, yog'ingarchilik yeroziyasining fazoviy va vaqtinchalik o'zgaruvchanligini o'rganishning juda soddaligini ta'minlaydigan soddalashtirilgan usullar tanlandi. R koeffitsientini hisoblash uchun ishlatiladigan yog'ingarchilik faolligi ma'lumotlari global iqlim ma'lumotlari, yog'ingarchilik CMIP5 arxividan yuklab olindi.

$$\begin{cases} R = 0,04830P^{1,61} & P < 850 \\ R = 587,8 - 1,219P + 0,004105P^2 & P \geq 850 \end{cases} \quad (4)$$

bu yerda: R - yomg'irning yeroziya ko'rsatkichi; P - yillik yog'in miqdori mm. Ikki holatda quyidagi tenglamadan foydalanish tavsiya etiladi: yillik yog'in miqdori < 850 mm bo'lsa, 4 - formuladan foydalanilsa, va aks holda miqdor ≥ 850 mm bo'lsa tavsiya etiladi. R omili birligi [$\text{MJ mm ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{yr}^{-1}$].

Tuproqning eroziyalanish koeffitsientini (K) - yeroziya oqimiga (R) qarab tuproq yo'qotish tezligini aks ettiruvchi, unda tuproq teksturalari asosida hisoblab chiqildi. Tuproq profilining tuzilishi va o'tkazuvchanligi, organik moddalar K ga ta'sir qiluvchi asosiy tuproq xossalari. K ning qiymati tuproq turiga qarab tuproq tuzilishi va organik birikmalarning o'tkazuvchanligi bilan tavsiflanadi hamda umumiy qabul qilingan usullar asosida hisoblab chiqildi.

Nishab uzunligi va tiklik koeffitsienti (LS) - Raqamli relief modeli (DEM) bo'yicha qiyalik uzunligini hisoblash yeroziyani modellashtirishning muammoli jarayoni bo'lib, uchastkaning uzunligi va qiyaligini hisoblash zarurati yeroziya baholovchisi uchun eng muhim qiymatni beradi, L va S omillarning parametrlariga bog'liq. Tenglamadagi S odatda LS (4) sifatida birlashtiriladi, chunki yyerning fizik xususiyatlari eroziyaning paydo bo'lishiga eng katta ta'sir ko'rsatadi. LS omilini baholash uchun tenglama (6,7) NASA tomonidan taqdim etilgan 30 m o'lchamlari Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) yordamidan foydalanildi.

$$LS = L \cdot S \quad (5)$$

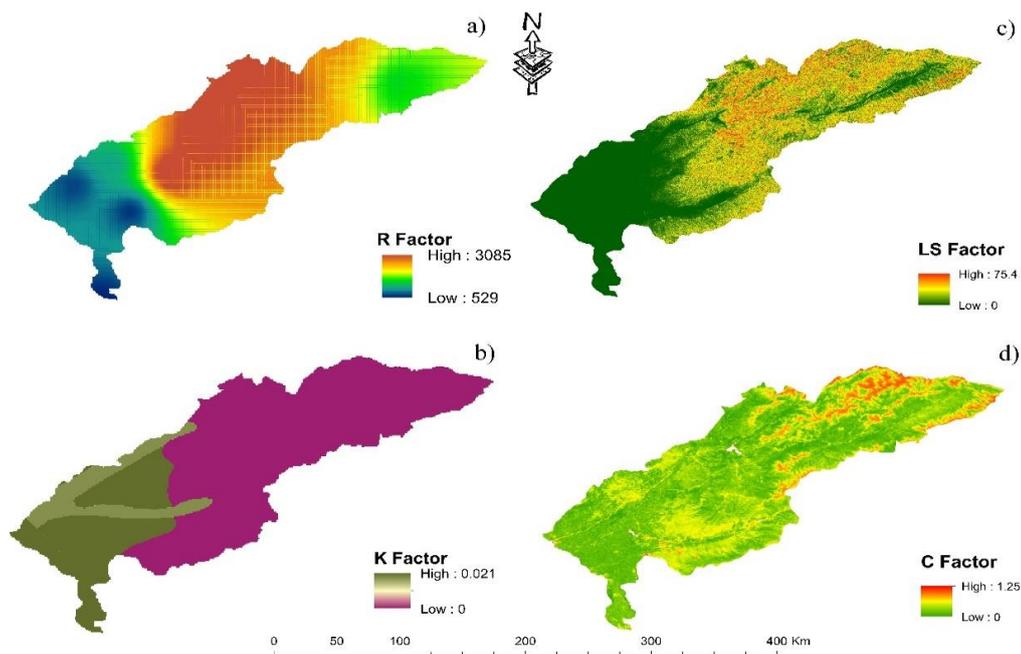
$$L_{ij} = \frac{(A_{ij-in} + D^2)^{m+2} - A_{ij-in}^{m+2}}{D^{m+2} X_{ij}^m (22,13)^m} \quad (6)$$

$$S_{ij} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta + 0,03\beta < 15,838 \\ 10,8 \sin \beta - 0,5\beta \geq 15,838 \end{cases} \quad (7)$$

Ushbu tadqiqotda LS omili avtomatlashtirilgan geosiyosiy tahlillar tizimi (SAGA) 7.1.1 dasturida joriy qilingan. LS qiymatlarining natijasi ArcGIS 10.3 da tasvirlangan.

O‘simlik qoplamini boshqarish omili (C) - Tuproq yeroziyasining barcha xavf omillari orasida C omili tuproq tarkibini saqlab qolish va yeroziyani kamaytirishga yordam beradigan muhim ko‘rsatkichdir. RUSLE modelida ko‘rib chiqilgan C omili tuproq turi, samaradorligi va unumdorligini belgilovchi omil sifatida ishlatildi.

Tabiatni muhofaza qilish amaliyoti omili (P) - P omil, oqim, gidravlik va gidrologik jarayonga ta‘sir qiluvchi sirt sharoitlarining ko‘rsatkichi va tuproqni saqlash amaliyotining samaradorligini aks ettiradi. Bu omil oqim suv hajmi va tezligini kamaytirishga yordam beradi.



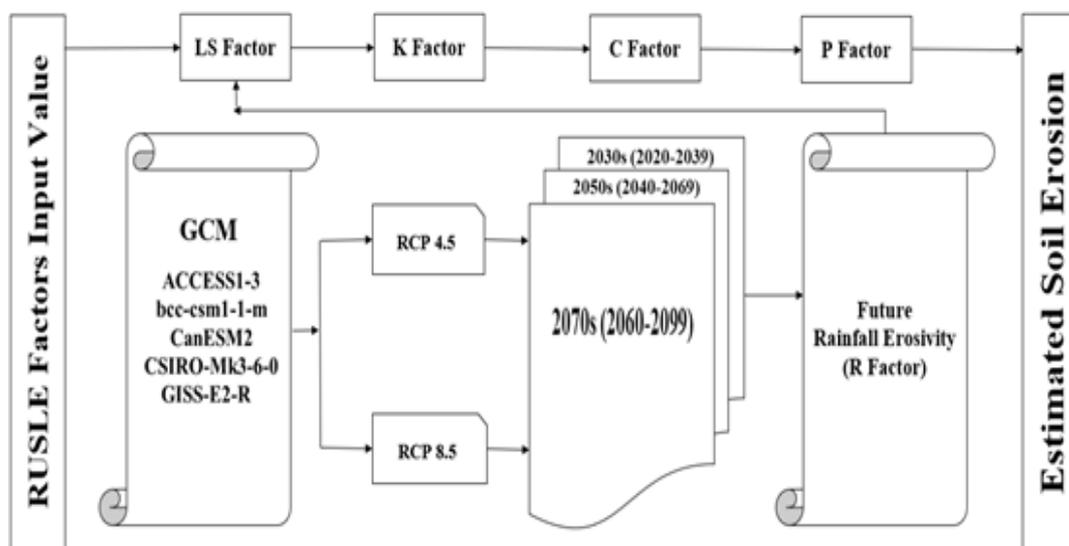
8 -rasm. RUSLE omillari natijalarining xaritasi

Yeroziya jarayoniga ta‘sir etuvchi omillar – Olib borilgan tadqiqot ma‘lumotlariga ko‘ra (1990-2020) yillik o‘rtacha yog‘in miqdori 3085 mm (8a-rasm), havzaning shimoliy-g‘arbiy va o‘rta qismlariga to‘g‘ri keldi. Qoidaga ko‘ra, eng kam yog‘ingarchilik miqdori havzaning janubi va janubi-g‘arbiy qismida havzaning quyi oqimida kuzatildi. Ko‘p miqdorda organik moddalar bo‘lgan tuproqlar eroziyaga juda chidamligi tadqiqotlardan ma‘lumdir. O‘rganilayotgan hududda tuproqning eroziyalanish koeffitsienti (K) (8b-rasm) 0 dan 0,021 gacha, qoida tariqasida, 0 suv va suv havzasini bildiradi. Havzadagi tuproqlarda qum (58,9%), loy (29,9%) va gil (36,8%) mavjud. Potensial tuproq degradatsiyasi, xavf omili (%) LS (8c-rasm) qiyalik toifalari (<5, 5-20, 21-40, 41-70, > 70) qiymatlari balandligi 4299 m gacha.

Kalibrlash va tekshirish natijasi – Kelajakdagi iqlim o‘zgarishining ta‘sirini baholab, biz ikkita IPCC ssenariysi uchun uchta davrni RCP-4.5 va RCP-8.5. 9-rasmda ko‘rsatilganidek, mos ravishda 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069), 2070 (2060-2099) yillar ko‘rib chiqildi.

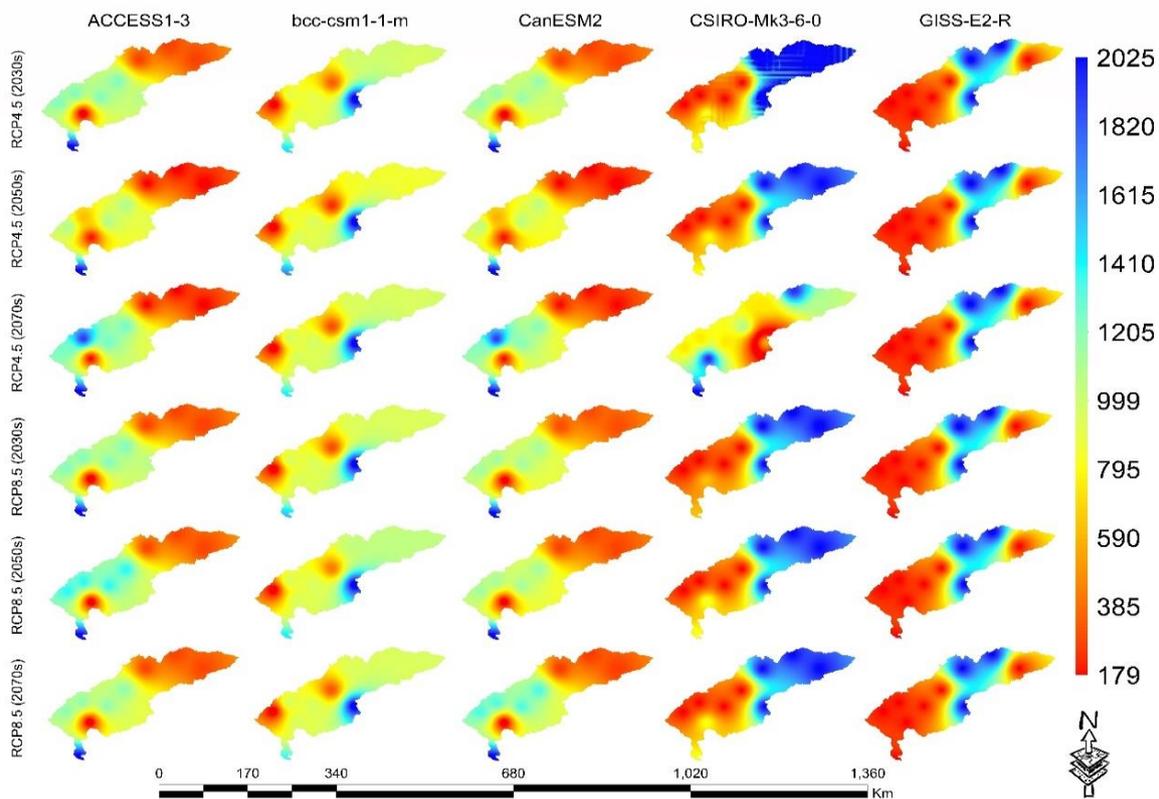
Modelning haqiqiyliги statistik jihatdan, iqlimning asosiy ma'lumotlari (1975-2005) va kuzatuv ma'lumotlari yordamida taqqoslash yo'li bilan baholandi. Korrelyatsiya koeffitsiyenti (R^2) 0,98% bo'lganida, ildiz kvadrat xatolikni bildiradi (RMSE) $659,0 \text{ Mj} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$, Nash-Sutcliffe koeffitsiyenti (NASH) 0,75 ko'rsatdi.

Simulyatsiya qilingan yog'ingarchilik miqdoriga qarab, R qiymatlarining fazoviy taqsimoti o'zgargan. Yog'ingarchilikning o'tmishdagi va kelajakdagi yeroziya intensivligiga ta'siri ko'rsatilgan; GCM ansambllarining barcha modellarida yog'ingarchilik va yomg'ir-oqim yeroziyasi sezilarli darajada oshadi. Barcha ssenariylar modellarga mos ravishda barcha davrlarda bazaviy darajadan o'rtacha qiymat oshishini ko'rsatadi.



9 - pacm. RUSLE modeli yordamida tuproq yeroziyasi bashorat qilish blok-sxemasi.sxemasi

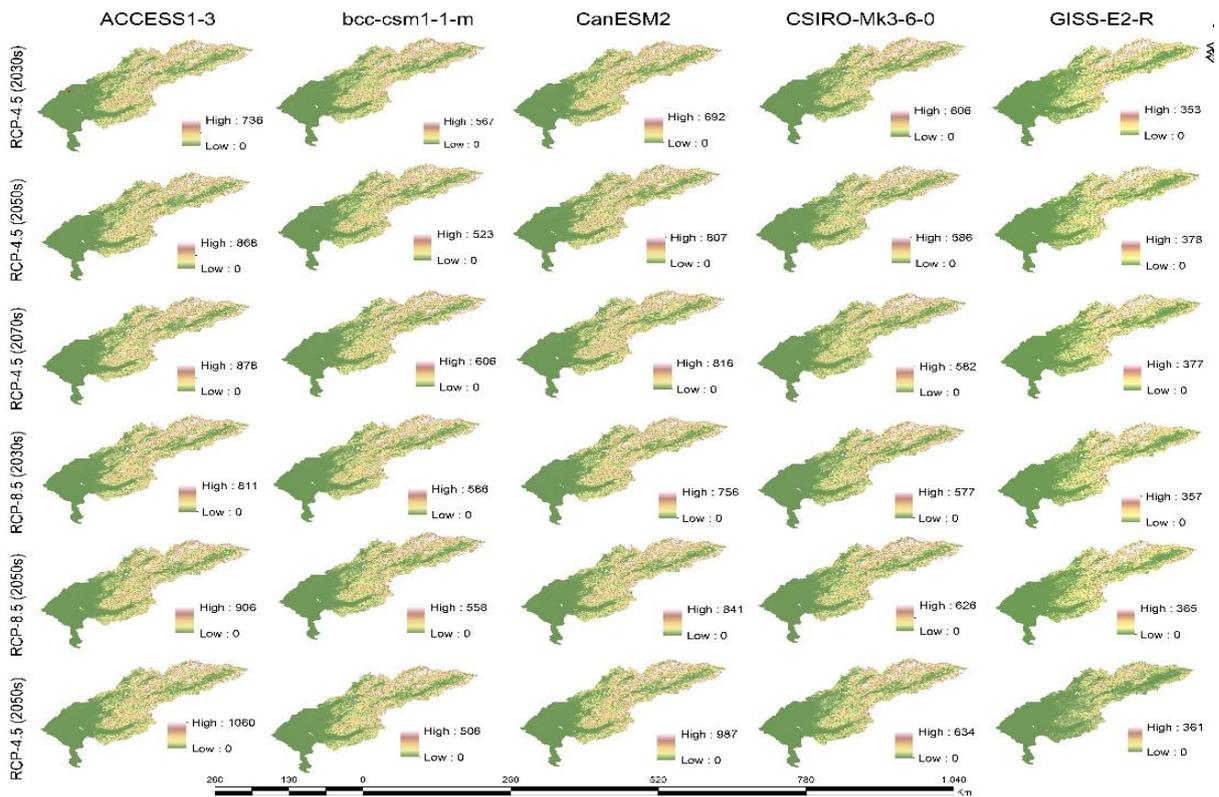
O'rtacha qiymat modellarga mos ravishda 2030, 2050 va 2070-yillar uchun 471,6 mm, 489,2 mm va 504,8 mmni ko'rsatdi. Qoida tariqasida, 2070 yillarda barcha RCP stsenariylarida yuqori o'sish kuzatilmoqda va eng yuqori o'sish ASSESS1-3 va SanESM2 modellarida bashorat qilingan. Bundan tashqari, radioaktivlik koeffitsiyenti o'sishining eng past qiymati bcc-csm1-1-m modelida kuzatilgan bo'lsa, o'rtacha ball GISS-E2-R modeliga to'g'ri keldi.



10-rasm. RCP-4.5 va RCP-8.5 ssenariylariga muvofiq uch davr uchun yillik oʻrtacha yogʻingarchilik eroziyasi.

Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatadiki, oʻrtacha yogʻingarchilik eroziyasi 2030-yillarda $1081,5 \text{ Mj} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$, 2050-yillarda $1165,2 \text{ Mj} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ va 2070-yillarda $1231,6 \text{ Mj} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$ gacha yuqoridagi davrlar va ssenariylar bilan mos ravishda oshib boradi.

Global iqlim modellari har xil yogʻingarchilik faolligi va yogʻingarchilik yerozivligiga ega, shu bilan birga doimiy oʻsish yoki pasayish kuzatilmaydi, ammo barcha modellarda oʻrtacha yeroziya qiymati barqaror oʻsish tendensiyasini koʻrsatdi. Baʼzi modellar yogʻingarchilikning kamayishini, ehtimol, yeroziyaning parallel ravishda kamayishini koʻrsatsa, baʼzilari yogʻingarchilikning kamayishi bilan yeroziyaning kamayishi ehtimolini istisno qiladi. Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, yeroziyaning oshishi nafaqat yogʻingarchilik intensivligining oʻzgarishi, balki yogʻingarchilik chastotasidagi oʻzgarishlar bilan ham bogʻliqligi aniqlandi.



11-rasm. RCP4.5 va RCP8.5 ssenariylariga muvofiq uch davr uchun iqlim o'zgarishi sharoitida yillik o'rtacha tuproq eroziyasining bashorati.

Shunday qilib, yog'ingarchilik intensivligi va chastotasidagi o'zgaruvchanlikni global iqlim modellarining nostandartligi sababli, bir xil darajada bo'lmisligi bilan birga, ushbu tadqiqot turli global iqlim modellari asosida Chirchiq havzasidagi yerozivlikning fazoviy o'zgaruvchanligini aks ettiradi (11-rasm).

Iqlim o'zgarishi sabab bo'ladigan asosiy muammolardan biri - tabiiy ofatlarning paydo bo'lishi va rivojlanishini to'g'ri bashorat qilish, yaqinlashib kelayotgan xavfdan ogohlantirishdir. Harqanday ekotizimda tuproqlar atrof-muhit uchun katta, murakkab va intyeraktiv rol o'ynaydi, chunki ular ozuqa moddalarini qabul qilish, parchalanish va suv balansi kabi asosiy ekotizim jarayonlarini tartibga solishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shunday qilib, tadqiqot ishida yog'ingarchilik miqdori, intensivligi va fazoviy-vaqtincha taqsimotidagi o'zgarishlar havzadagi potetsial yeroziyaga ta'siri baholangan. Chirchiq-Ohangaron havzasida tuproq yeroziyasining atrof-muhitga ta'sirni tahlil qilish yuqori korrelatsiya koeffitsiyentiga ega 5 ta GCM modellaridan foydalangan holda amalga oshirilgan va modellarda tuproq yo'qotishlash bashorati mos ravishda 630.3 t/ga, 552.4 t/ga, 318.5 t/ga, 596.8 t/ga va 2502 t/ga tashkil etishi bashorat qilingan.

XULOSALAR

Iqlim o'zgarishining Chirchiq daryosi oqimi va atrof-muhitga potentsial ta'sirini modellashtirish mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissyertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Iqlim o'zgarishining daryo havzalari oqimi va atrof-muhitiga bo'lgan potentsial ta'sirni baholash va bashorat qilish uchun kuzatuv stansiyalar tarmog'i yetarli bo'lmagan Markaziy Osiyo kabi cheklangan ma'lumotlarga ega bo'lgan mintaqalarda muqobil ma'lumotlar manbai bo'lib xizmat qilishi mumkin bo'lgan sun'iy yo'ldosh tasvirlari, masofadan zondlash ma'lumotlari va geoaxborot (GAT) texnologiyalarigan foydalanish, boshqaruvda tezkor qarorlar qabul qilish uchun muhimligi aniqlandi.
2. Iqlim o'zgarishining atrof-muhitga bo'lgan ta'sirini hisobga olgan holda Chirchiq daryosi havzasida yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar bashorat qilindi. Natijada yaqin va uzoq kelajak uchun daryo havzasida bo'ladigan omillarni atrof-muhitga bo'ladigan potentsial ta'sirlari bashorat qilindi.
3. Iqlim parametrlarining o'zgarishiga qarab suv sathi dinamikasining atrof-muhitga bo'lgan ta'siri baholandi va bashorat qilindi. Natijada daryo suv sathi kelajakda kamayib borishi kuzatilishi va uning natijasida havzada yashil qoplamlarni kamayish darajasi modellashtirish orqali bashorat qilindi.
4. Iqlim o'zgarishi ta'sirini kuzatish uchun kuzatuv stansiyalar tarmog'i yetarli bo'lmagan mintaqalarda an'anaviy usullar yordamida bashoratlash samarasizligi taklif etilgan global modellar natijalari asosida tasdiqlandi.
5. LANDSAT sun'iy yo'ldosh suratlaridan multispektral TM/ETM+/OLI sensorlari yordamida yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar maksimal ehtimollik bilan tasniflandi (supervised classification with Maximum Likelihood).
6. Yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar tahlili va LCM modeli yordamida kelajak uchun yerdan foydalanish va o'simlik qoplamidagi o'zgarishlar modellashtirildi va bashorat qilindi.
7. RUSLE empirik modelidan foydalangan holda yog'ingarchilik eroziyasi uch istiqbolli davr-2030-(2020-2039), 2050-(2040-2069) va 2070-(2060-2099) yillar uchun bashorat qilindi. Natijada uch bosqichli davr uchun daryo havzasida yerdan foydalanish natijasida atrof-muhitga bo'ladigan ta'siri ortib borishi pastdan yuqoriga qarab potentsial oshishi ko'zatildi.
8. RCP-4.5 va RCP-8.5 reprezentativ ssenariylari uchun, global iqlim modellari asosida daryo oqimining shakllanishi, yog'in miqdori, maksimal va minimal haroratning bashorat ko'rsatkichlari asoslandi va ishlab chiqilgan model asosida Chirchiq daryosi havzasida suv sathi dinamikasi uch istiqbolli davr - 2030 (2020-2039), 2050-(2040-2069) va 2070-(2060-2099) yillar uchun bashorat qilindi.

9. Ishlab chiqilgan modelning sonli element natijalari global modellar: ACCESS1-3; bcc-csm1-1-m; CanESM2; CSIRO-Mk3-6-0; GISS-E2-R natijalari bilan vyerifikatsiyalandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.18/30.T.153.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ
ИНСТИТУТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ И
ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ**

УНГАЛОВ АКМАЛ НАВРУЗОВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА РЕЧНОЙ СТОК И ОКРУЖАЮЩЮЮ
СРЕДУ РЕКИ ЧИКЧИК**

**11.00.05-Охрана окружающей среды и рациональное использование природных
ресурсов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

ТАШКЕНТ – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером № В2023.4.PhD/Gr295

Диссертация выполнена в НИИ окружающей среды и природоохранных технологий и НИИ ирригации и водных проблем.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) веб-страница института (ecoilm.uz, ismiti.uz) и на информационном образовательном портале "Ziyonet" (www.ziyonet.uz) размещены.

Научный руководитель: **Гаффоров Хусен Ширинович**
доктор философии технических наук, с.н.с.

Официальные оппоненты: **Эркабоев Фуркат Иясевич**
доктор технических наук, с.н.с.
Жулиев Мухиддин Комилович
доктор философии технических наук, доцент.

Ведущая организация: **Самаркандский государственный университет**

Защита диссертации состоится « 04 » мая 2024 г. 14:00 часов на заседании Ученого совета PhD.18/30.11.2022.T.153.0 при Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий по адресу: 100043, город Ташкент, Чиланзарский район, проспект Бунёдкор, дом 7а. (тел.: (71)277-69-83; факс.: (71)277-89-22; эл. почта.: eco_nii@uznature.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института окружающей среды и природоохранных технологий (регистрационный номер ____). (Адрес: 100043, город Ташкент, Чиланзарский район, проспект Бунёдкор, дом 7а. (тел.: (71) 277-69-83; факс.: (71) 277-89-22; эл. почта.: ecoilm.uz).

Автореферат диссертации разослан « ____ » _____ 2024 года.
(протокол рассылки № ____ « ____ » _____ 2024г.).



ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мировом масштабе особое внимание уделяется использованию глобальных климатических моделей в их долгосрочном прогнозировании при охране окружающей среды, непосредственно связанной с водными ресурсами речных бассейнов в условиях изменения климата, изменениями в землепользовании и растительном покрове, эрозионными процессами в водоемах и динамикой уровня воды. В настоящее время под смягчением последствий изменения климата в основном понимаются изменения климатических условий, вызванные природными факторами и антропогенными выбросами парниковых газов, а также использование и внедрение региональных климатических моделей в процессе принятия решений и реализации для поддержки оценки воздействия и адаптации к изменению климата на региональном уровне. В связи с этим, в том числе в Финляндии, Японии, Франции, Китае, Южной Корее, США и других развитых странах, в условиях изменения климата современные методы и геоинформационные технологии используются в качестве основы для радикального снижения негативного воздействия потока на окружающую среду и прогнозирования последствий на будущее, повышению эффективности охраны окружающей среды.

В мире глобальное изменение климата является одной из самых актуальных и серьезных проблем современности, влияющей на страны всего мира, и будучи не в состоянии прогнозировать точного возникновения риска, как последствия повлияют на природные ресурсы, окружающую среду, здоровье человека, водные ресурсы, оно стало серьезным препятствием на пути к устойчивому развитию, в связи с этим проводятся научные исследования, направленные на предотвращение данной проблемы. В этом направлении приоритетными являются исследования по моделированию экстремальных природных явлений отрицательно воздействующих на окружающую среду, такие как изменение интенсивности и динамика уровня осадков, эрозия, изменение землепользования и растительный покров, засуха, ураганы, изнурительные тепловые волны и наводнения. Вместе с этим, актуальными задачами являются поиск решений задач, направленных на изменения в землепользовании и растительном покрове вследствие изменения климатических параметров, прогнозирование влияния изменения климата на окружающую среду на основании геоинформационных технологий с использованием мультиспектральных сенсоров спутниковых изображений для ближайшего и отдаленного будущего динамики уровня воды.

Для снижения негативного воздействия изменения климата на окружающую среду в нашей республике, а также проведения исследований и внедрения их на практике реализуются широкомасштабные мероприятия по разработке новых технических решений и технологий, способствующих решению проблем изменения интенсивности осадков и эрозии. В стратегии

развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы определены задачи по «Реализации отдельной государственной программы по коренному реформированию системы управления водными ресурсами и экономии воды, внедрению цифровых технологий в охрану природы, снижению человеческого фактора при мониторинге и созданию системы автоматизации». В этом направлении, приоритетными считаются исследования направленные, в том числе, на изменение биомассы в бассейне реки, осуществление целенаправленных научных исследований по оценке компонентных и количественных показателей с экологической точки зрения изменений, создание методов и технологий управления речным стоком, разработка и надежное обеспечение использования нескольких эффективных моделей по понятиям экологии, защите окружающей среды и экологического стока.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-171 от 31 мая 2023 года «О мерах по эффективной организации деятельности Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата», Указ №ПФ-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», постановление № ПФ-6024 от 10 июля 2020 года «О намеченной концепции Стратегии развития Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», постановление № ПФ-5863 от октября 10 января 2019 года «Об утверждении Концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года» а также настоящее диссертационное исследование служит в определенной степени реализации задач, определенных в других нормативных правовых документах, связанных с данной деятельностью.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологии республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Вопросами экологических рисков и их основными аспектами, глобальными климатическими моделями причины возникновения этих проблем, базой данных, негативным воздействием на окружающую среду на основании комбинации моделей, прогнозом стока и процессами эрозии в бассейне реки Чирчик, оценкой негативного воздействия изменений землепользования и растительный покров на окружающую среду, их последствиями, моделированием прошлых и будущих климатических различий в ответ на изменение климата, динамикой стока, осадками, потенциальной эвапотранспирацией и исследованиями повышения температуры проводили исследования такие ученые как Bao Anming, Philippe De Maeyuer, K.H. Hamed, K. Abbaspour, Alishir Kurban, Byorn Klove, Jean-Nicolas Louis, J. Nyssen, R Arnold, A. Amanambu, X. Chen, F Meng, Garee Khan, Tie Liu, Ali Torabi Haghghi, Эльдияр Дуулатов, Ерболат Муканов,

А.Гулахмадов, В.А.Духовный, Г.Стулина, С.Усманов, С.Аламанов, Э.Чембарисов, А.Гафуров, М. Джулиев, Х.Гаффаров и в определенной степени были достигнуты положительные результаты.

Результаты анализа этих научных работ показывают, что научные исследования, учитывающие различные экологические и природоохранные последствия при изменении климата в речных бассейнах, изучены недостаточно.

Связь темы диссертации с планом научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ института ирригации и водных проблем по теме: ВА-ҚХФ-5-022 «Разработка научных основ формирования, управления и эффективного использования поверхностных и подземных вод Республики Узбекистан в условиях изменения климата» (2018-2020); и AL-47-2110171 «Разработка модели долгосрочного прогноза стока рек Сурхандарьинского и Кашкадарьинского бассейнов в условиях изменения климата» (2021-2024).

Цель исследований является адаптация глобальных климатических моделей и моделирование на перспективу при оценке воздействия стока реки Чирчик на окружающую среду в условиях изменения климата.

Задачи исследования:

оценка влияния изменения климата на окружающую среду при помощи мультиспектральных сенсоров спутникового изображения с использованием геоинформационных технологий;

выявление и прогнозирование изменений землепользования и растительного покрова;

анализ потенциального воздействия изменения стока реки Чирчик на окружающую среду в условиях изменения климата;

оценка и прогнозирование воздействия эрозии почв на окружающую среду с использованием глобальных климатических моделей;

моделирование изменений речного стока на ближайшую и долгосрочную перспективу с использованием глобальных климатических моделей.

Объектом исследований являются землепользование и изменения растительного покрова в бассейне реки Чирчик, эрозия бассейна, речной сток и атмосферные осадки.

Предметом исследований являются оценка влияния процессов, происходящих в бассейне реки Чирчик, речного стока, эрозии, климатических параметров на экологию и окружающую среду при помощи глобальных климатических данных, а также моделирование изменений стока.

Методы исследований. В исследовании использовались методы математической статистики и дельта-подхода, основанные на общепринятых методах в экологии и гидрологии, оценка и прогноз изменения

землепользования и растительного покрова на основе геоинформационной системы, анализ эрозии в бассейне, расчет и прогноз изменения уровня воды, обработка результатов полевых экспериментов.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

С использованием геоинформационных технологий разработаны методы прогнозирования воздействия изменения климата на окружающую среду при помощи мультиспектральных сенсоров спутниковых изображений на основании климатических моделей;

Спрогнозированы воздействия, обозначающие зависимость изменения климата от окружающей среды, изменения в землепользовании и растительном покрове в условиях бассейна реки Чирчик;

Усовершенствованы методы расчета воздействия динамики уровня воды на окружающую среду в зависимости от изменения климатических параметров;

Разработаны методы прогнозирования эрозии при оценке воздействия эрозии почвы на окружающую среду с использованием глобальных климатических моделей;

Обоснована эффективность пять глобальных климатических моделей: ACCESS1-3; bcc-csm1-1-m; CanESM2; CSIRO-Mk3-6-0; GISS-E2-R с высокими коэффициентами корреляции для регионального климата.

Практические результаты исследований заключаются в следующем:

определены причины потенциального воздействия изменения климата на сток речных бассейнов и окружающую среду на примере реки Чирчик;

разработана карта землепользования и почвенного покрова для моделирования динамики стока и сделан прогноз на будущее;

определена важность использования спутниковых снимков, данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем (ГИС) при быстром принятии управленческих решений для оценки и прогнозирования потенциального воздействия изменения климата на сток речных бассейнов и окружающую среду в регионах с ограниченными данными, таких как Центральная Азия, где сеть станций наблюдений недостаточна;

разработан обобщенный метод прогнозирования изменения динамики вод речных бассейнов.

Достоверность результатов исследования обусловлена тем, что при разработки необходимых параметров для имитации выбранных моделей в сочетании с глобальными климатическими моделями использовались сеточные климатические данные. Установление составляющих прогнозов экстремального стока при оценке стока рек в бассейне реки Чирчик по общепринятым закономерностям, сравнение теоретических результатов и результатов практических исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследований основана на интеграции модели RUSLE и глобальных климатических моделей репрезентативных сценариев RCP-4.5 и RCP-8.5 для трех перспективных периодов - 2030 (2020-

2039 гг.), 2050 г. (2040-2069 гг.) и 2070 г. (2060-2099 гг.), эрозия осадков объясняется динамикой уровня воды в бассейне реки Чирчик на ближайшую и отдаленную перспективу, а также симуляцией изменений землепользования и почвенного покрова в бассейне реки Чирчик за 2075 и 2100 годы на платформе TerrSet с использованием модели LCM.

Практическая значимость результатов исследований заключается в прогнозировании потенциального воздействия стока на окружающую среду на ближайшую и отдаленную перспективу на основании пяти глобальных климатических моделей с высоким коэффициентом корреляции, с учетом различных комбинаций базы данных и данных наблюдений изменения климата, возможностью создания оптимального распределения и оперативного управления водными ресурсами при обеспечении охраны окружающей среды, сохранения биоразнообразия, стабильности сельскохозяйственной продукции, тем самым обеспечивая продовольственную безопасность в бассейне реки Чирчик.

Внедрение результатов исследований. На основании результатов, полученных по моделированию потенциального влияния изменения климата на сток реки Чирчик и окружающую среду:

методы расчета воздействия изменения стока на окружающую среду в условиях изменения климата внедрены в Бассейновом водохозяйственном объединении “Сырдарья” (Справка Министерства водного хозяйства от 25 мая 2023 года за № ВР27857800). В результате создана возможность разработать оперативные меры по борьбе с нехваткой воды, засухой и защитой окружающей среды в условиях изменения климата.

методы прогнозирования влияния изменения климата на окружающую среду с использованием многоспектральных сенсоров спутниковых изображений внедрены в Министерстве водного хозяйства и управления водного хозяйства Республики Узбекистан (Справка Министерства водного хозяйства от 25 мая 2023 года за № ВР27857800). Внедрением данного метода достигнуто рациональное использование природных ресурсов.

Разработана база данных, состоящая из комплекса статистических, MODSNOW, SWAT, LCM и другие интерфейсных моделей, позволяющая оценить воздействие стока в бассейнах рек на окружающую среду в условиях изменения климата на основании космических и пространственно распределенных данных, позволяющие быстрое принятие решений (Справка Министерства водного хозяйства от 25 мая 2023 года за № ВР27857800). В результате достигнут оперативный расчет и устранение негативного воздействия изменения стока на окружающую среду в контексте изменения климата.

Апробация результатов исследований. Результаты данного исследования обсуждены и одобрены на международных, республиканских конференциях и ученом совете института, в том числе обсуждены на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. По теме диссертации опубликовано всего 9 научных работ, из них 4 статьи в рекомендованных научных изданиях Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций (PhD), в том числе 1 – в зарубежном журнале, а также получено 2 свидетельства на программу ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В **введении** диссертации обоснована актуальность и востребованность темы, приведены данные о цели и задачах, объекте и предметах исследований. Показано соответствие выполненного исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики и изложены научная новизна, практические результаты исследования. Раскрыты теоретическая и практическая значимости полученных результатов, приведены данные о внедрении результатов исследования в практику, публикации работ и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием “**Анализ исследований по воздействию изменения климата на сток речного бассейна и окружающую среду**” рассмотрены динамика стока и его влияние на окружающую среду. Быстрые изменения климата за последнее десятилетие и вызванные ими изменения интенсивности и частоты осадков привели к изменению уровня воды в речных бассейнах. В результате этого увеличиваются потенциальные факторы, влияющие на окружающую среду. Изменения интенсивности осадков и экстремальные погодные явления, особенно из-за таяния снега и ледников, изменения скорости ветра и радиации, повлияли на процессы испарения, вышеперечисленные факторы приводят к негативным последствиям для окружающей среды в результате изменения наличия водных ресурсов, их количества и качества.

Изучено влияние динамики стока речных бассейнов на природные ресурсы, рассмотрен анализ методов оценки влияния климатических изменений в речных бассейнах, динамических движений водных ресурсов и изменения метеорологических и гидрологических процессов на природные ресурсы в условиях изменения климата.

Во второй главе диссертации под названием “**Классификация метода и объекта проведения исследования**” приведена информация об имеющихся методах и материалах по объекту исследования, в которой изложены использованный метод расчета при проведении исследовательской работы, методы оценки пространственной и временной изменчивости. Представленные здесь методы исследования и оценки были проведены в бассейне реки Чирчик.

Бассейн реки Чирчик – один из крупнейших и важнейших бассейнов республики, река расположена на северо-востоке Ташкентской области, ее экономика базируется в основном на сельскохозяйственном производстве (рисунок 1). Река Чирчик протекает по склонам Талас Алатау и его юго-западным хребтам.

Главная река Ташкентской области Чирчик, образуется в результате слияния рек Пскем и Чаткал, а ее истоки расположены на высоте 4400 м. Ее длина – 225 км, площадь бассейна – 14 240 км².

Питание реки преимущественно снеговое, дождевое и подземное. Наивысшей точкой бассейна является вершина Бештар расположенная на высоте 4299 м над уровнем моря в Пскемском хребте, который протекает на юго-запад до впадения в Сырдарью. Бассейн реки не имеет большой площади, но с учетом формирования водных ресурсов территория исследований была совмещена с притоками бассейна реки Чирчик (рисунок 2), поэтому общая площадь исследуемого района составляет 22120,9 тыс. км². Поскольку все притоки бассейна реки расположены в горных районах, для симуляции модели с учетом сильного воздействия изменения климата на бассейны рек Чаткал, Пскем и Угам они были изучены в качестве источника формирования водных ресурсов.

До строительства Червокского водохранилища Чирчик образовывал место слияния двух главных рек: слева Чаткал и справа Пскем.

Бассейн реки расположен на территории Узбекистана (Ташкентская область) и в качестве биогеографической единицы в Западном Тянь-Шане. Это источник пресной воды, окруженный засушливыми районами, характеризующимися относительно низким уровнем замерзания, большим количеством осадков (800 мм/год в условиях низкогорья) и умеренным климатом.

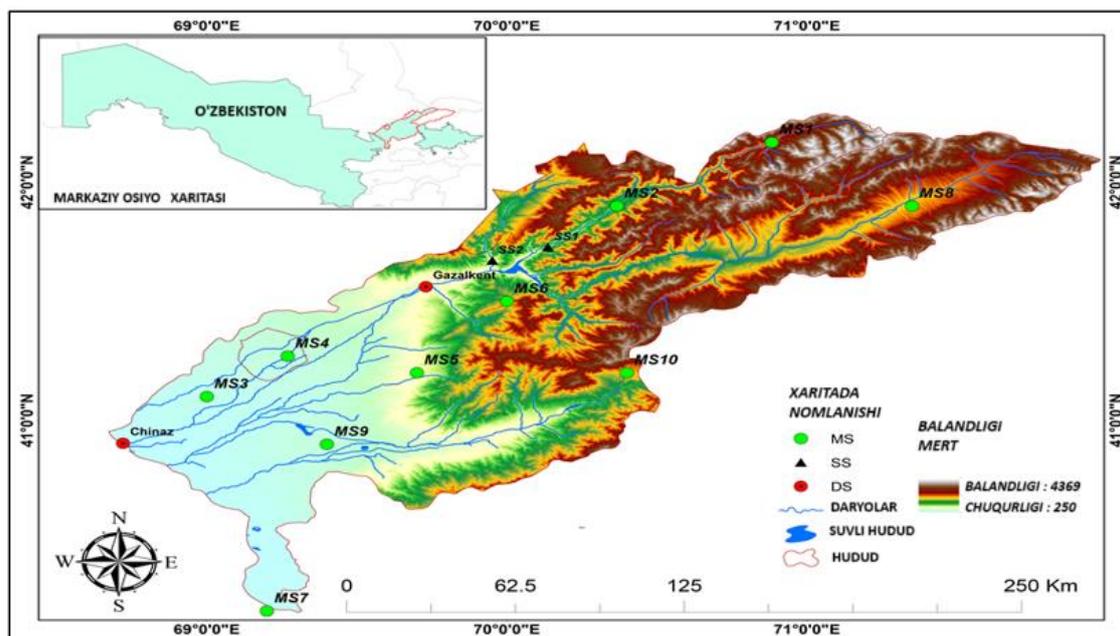


Рис. 1. Объект исследования, расположение наблюдательных станций.

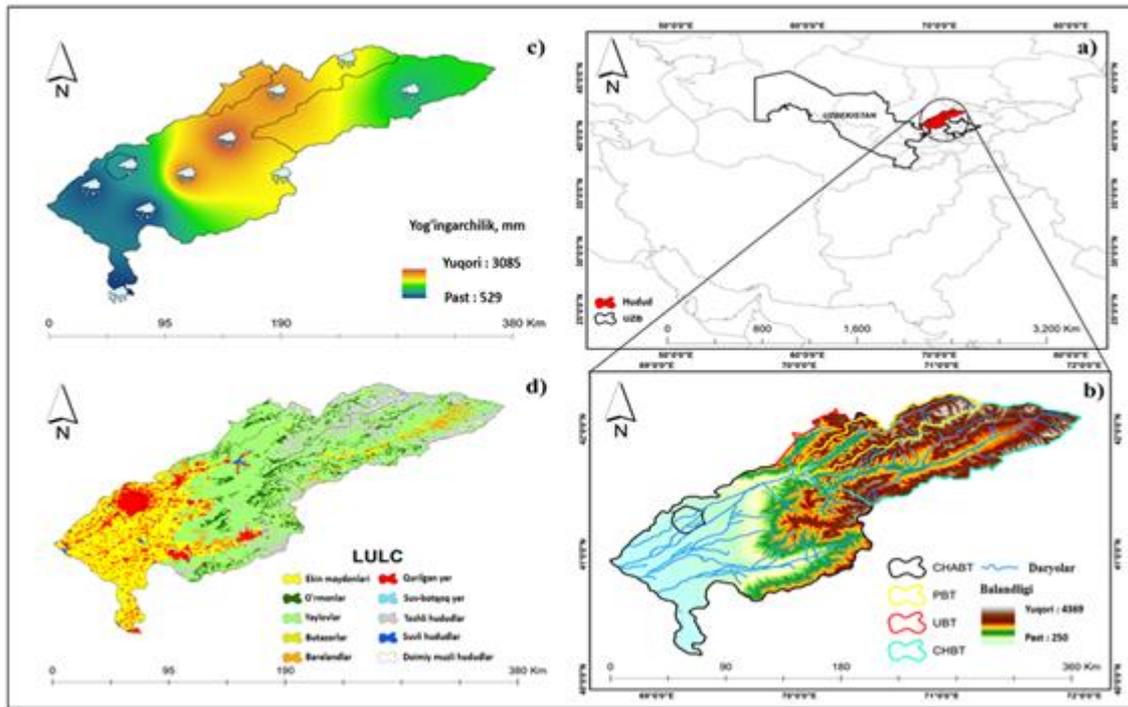


Рис. 2. Общий вид области исследований:

(a) расположение и география; (b) DEM (цифровая высотная модель, (CHABT – территория Чирчик-Ахангаронского бассейна, PBT - территория Пскемского бассейна, UBT - территория Угамского бассейна, CHBT - территория Чаткальского бассейна); (с) пространственное распределение среднегодовых осадков в 1990-2020 гг. из Центра гидрометеорологической службы Республики Узбекистан (Узгидромет) и (d) классы землепользования/растительного покрова.

В условиях изменения климата возникают проблемы связанные с распределением существующих водных ресурсов по бассейнам рек на ближайшую и отдаленную перспективу, которые связаны с региональными ограничениями, специфичными для речных бассейнов и экологических зон (верхней, средней, нижней).

С целью оценки того, как меняется анализ метеорологических данных в результате изменения водных ресурсов в бассейне реки использовано линейное уравнение (1) для нахождения высокой корреляции между данными наблюдений (1990-2020 гг.) и историческими данными GCM (1975-2005 гг.). В качестве источников будущих метеорологических данных были взяты данные суточных осадков из пяти моделей GCM из архива CMIP5 .

$$R^2 = \frac{n \sum Q_i Q'_i - \sum Q_i \sum Q'_i}{\left(\sqrt{n(\sum Q_i^2) - (\sum Q_i)^2} \right) \cdot \left(\sqrt{n(\sum Q'_i^2) - (\sum Q'_i)^2} \right)} \quad (1)$$

где, Q_i = сумма месячных осадков за 30 лет, Q'_i = сумма смоделированного месячного количества осадков, n = количество месячных значений осадков.

Показатель эффективности симуляции Неша-Сатклиффа (NSE) является одним из наиболее широко используемых статистических показателей для оценки эффективности (формула 2).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_i')^2}{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_i')^2} \quad (2)$$

где, Q_i = суточные осадки, Q_i' = смоделированные суточные осадки, \bar{Q}_i = среднесуточное количество осадков за наблюдаемый период, \bar{Q}_i' = среднесуточное количество осадков за моделируемый период, n = количество суточных значений осадков.

На основании приведенного выше статистического анализа распределение природных ресурсов для будущего очень важно при оценке водных ресурсов с учетом изменения климата. Поэтому необходима разработка сценариев изменения климата для оценки влияния особенностей изменения климата на охрану окружающей среды, продовольственную безопасность и экосистемы, непосредственно связанные с водными ресурсами. Разработка методов моделирования на перспективу с учетом изменений в определении возможного значения антропогенных факторов для оценки воздействия климатических сценариев на окружающую среду в результате изменения климата является одной из актуальных задач современности.

С учетом приведенных факторов при моделировании потенциального воздействия на окружающую среду в условиях изменения климата для бассейна реки Чирчик использовались различные сценарии моделей.

Информация о сценариях изменения климата поступает из 5-й фазы многомодельной базы данных (CMIP5), Модели общей циркуляции (GCM).

Карты исторического землепользования были созданы НИИИВП с использованием мультиспектральных сенсоров TM/ETM+/OLI, полученных на основе спутниковых изображений Landsat7.

Цифровая высотная модель (DEM) загружена из Геологической службы США (USGS) и Миссии космической радиолокационной топографии (SRTM).

Оценка изменения климата. Взяты различные периоды бассейна реки, это **2030** (2020-2039), **2050** (2040-2069) и **2070** годы, полученные из архива CMIP5. Были использованы **RCP-4.5** и **RCP-8.5** репрезентативных траекторий концентрации сценариев GCM. Учитывая тенденции изменения климата, они используются в качестве важного инструмента в будущей оценке климатического состояния бассейна реки Чирчик. Таким образом, показывается полезность разработанной модели как инструмента поддержки принятия решений.

В данном случае на основании изменением климата с учетом изменений стока воды в бассейне реки Чирчик для оценки воздействия на природные ресурсы использовалось такое программное обеспечение, как ArcGIS, ENVI с алгоритмами обработки, анализа и интерпретации данных, модели, как LCM, RUSLE и дельта-методы (рисунок 3).

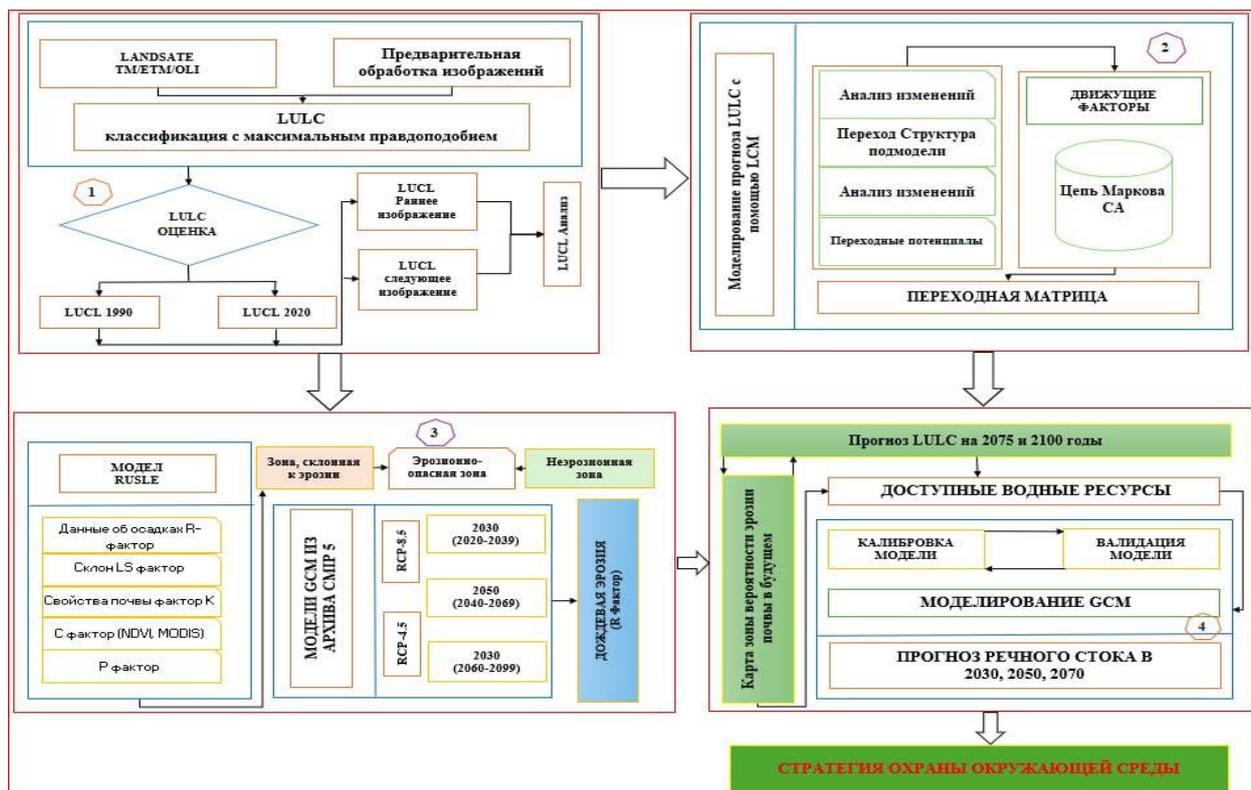


Рис. 3. Структура детерминистического моделирования речного стока, эрозии и изменения земного покрова в речном бассейне в условиях изменения климата

- 1** Этап классификации с максимальной вероятностью изменений в землепользовании и растительном покрове по спутниковым изображениям LANDSAT с использованием мультиспектральных сенсоров TM/ETM+/OLI
- 2** Этап прогнозирования изменения землепользования и растительного покрова на перспективу при помощи модели Land Change Modeler (LCM) на платформе TerrSet. Для наблюдения и прогнозирования будущего сценария цепь Маркова смоделирована путем изучения, оценки и определения чувствительных параметров моделирования
- 3** Этап оценки эрозии осадков с использованием модели RUSLE и прогноз эрозии почв в бассейне на три перспективных периода - 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069) и 2070 (2060-2099) гг. по репрезентативным сценариям RCP-4.5 и RCP-8.5. RUSLE - это эмпирическая модель, которая оценивает долгосрочную среднегодовую потерю почвы из-за эрозии почвы
- 4** Этап изменения землепользования и растительного покрова в бассейне реки, влияния процесса эрозии на динамику стока и прогнозирования речного стока. После калибровки и проверки разработанных моделей была спрогнозирована динамика стока на три перспективных периода – 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069) и 2070 (2060-2099) гг. в репрезентативных сценариях RCP-4.5 и RCP-8.5

В результате изменения климата для изучения потенциального воздействия на сток реки Чирчик и окружающую среду применена пространственно-распределенная модель. Модель позволяет анализировать влияние осадков, вызванных изменением климата, на эрозию почвы и уровень воды, а изучение потенциального воздействия на окружающую

среду, включая природные экосистемы, биоразнообразие, а также сельское хозяйство и потребление, очень важно для обеспечения водой потребителей.

В третьей главе диссертации под названием **“Влияние изменения климата на землепользование и сток”** рассмотрены такие вопросы, как изменение типов землепользования в бассейне Чирчика, влияние изменения климата на русло реки, моделирование стока реки Чирчик и потенциального воздействия на окружающую среду и даны рекомендации.

Резкие изменения интенсивности и частоты осадков оказывают существенное влияние на сток рек, а изменения температуры на баланс массы ледников. По этой причине необходима разработка сценариев изменения климата для оценки воздействия характеристик изменения климата на окружающую среду, непосредственно связанных с водными ресурсами в речных бассейнах.

На основании моделирования можно прогнозировать изменения в землепользовании, растительном покрове и других экологических показателях речных бассейнов, а также будущие изменения в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

На протяжении лет разработаны методы управления и распределения водных ресурсов реки Чирчик. Этот метод основан на математическом моделировании. В последние годы гидрологические модели в системе речного бассейна разрабатывались с помощью Европейского Союза без учета многих факторов (солнечной радиации, влажности, скорости ветра, видов культур и др.) и эти модели не утверждены. В отличие от вышеизложенного, в научной работе разрабатываются методы оптимального распределения воды среди потребителей и оценки ее воздействия на окружающую среду в различных условиях бассейна реки Чирчик в условиях изменения климата.

Уменьшение биоразнообразия на поверхности земли в результате землепользования и изменения растительного покрова может быть обусловлено разными причинами. Антропогенные факторы, урбанизация, природные факторы, такие как эрозия почв и др., оказывают существенное влияние на процессы в речных бассейнах за счет влияния эвапотранспирации, инфильтрационных и испарительных потерь. Также это, в свою очередь, влияет на водный баланс речных бассейнов. Методы дистанционного зондирования открыли новую тенденцию управления водными ресурсами. Расстояния от рек были загружены в виде шейп-файлов с веб-страницы DIVA-GIS и созданы с использованием шейп-файлов соответствующих изучаемой территории объекта (дороги и реки) с использованием расстояния “Euclidean distance”, установленного в инструменты пространственного анализа ArcMap.

Мониторинг землепользования и изменения растительного покрова (LULC) в настоящее время является серьезной проблемой для планировщиков и менеджеров землепользования, защитников природы и экологов. Это связано с его влиянием на биофизические и биогеохимические процессы поверхности земли. Однако в данном исследовании

характеристики землепользования и изменения почвенного покрова в бассейне Чирчика в период 1990-2020 гг. были смоделированы с использованием модели LCM на платформе TyerrSet (рисунок 4).

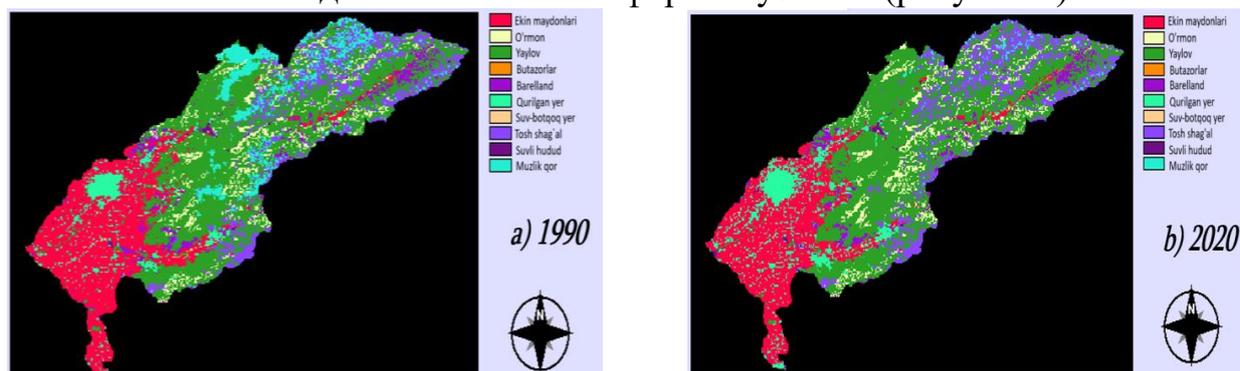


Рис. 4. Карта изменения растительного покрова в результате землепользования в бассейне реки Чирчик

Классификация землепользования осуществляется с использованием геоинформационных технологий и методов дистанционного зондирования. С учетом изменений землепользования в 1990-2020 гг. для объекта исследования была составлена карта будущего землепользования на 2075 и 2100 годы (рисунок 4). Разработанная карта на перспективу (рисунок 5) прогнозирует изменения на объекте исследований, которые произойдут в бассейне реки Чирчик в период до 2075 и 2100 гг. Результаты моделирования объясняют расширение сельскохозяйственных земель в сторону верхней части бассейна, а также уменьшение количества пастбищ и водных ресурсов.

Согласно разработанным сценариям, хотя и наблюдается тенденция повышения уровня воды в бассейне реки Чирчик, неравномерное распределение водных ресурсов прогнозирует, что имеющейся воды будет недостаточно исходя из потребностей водопользователей бассейна в будущем.

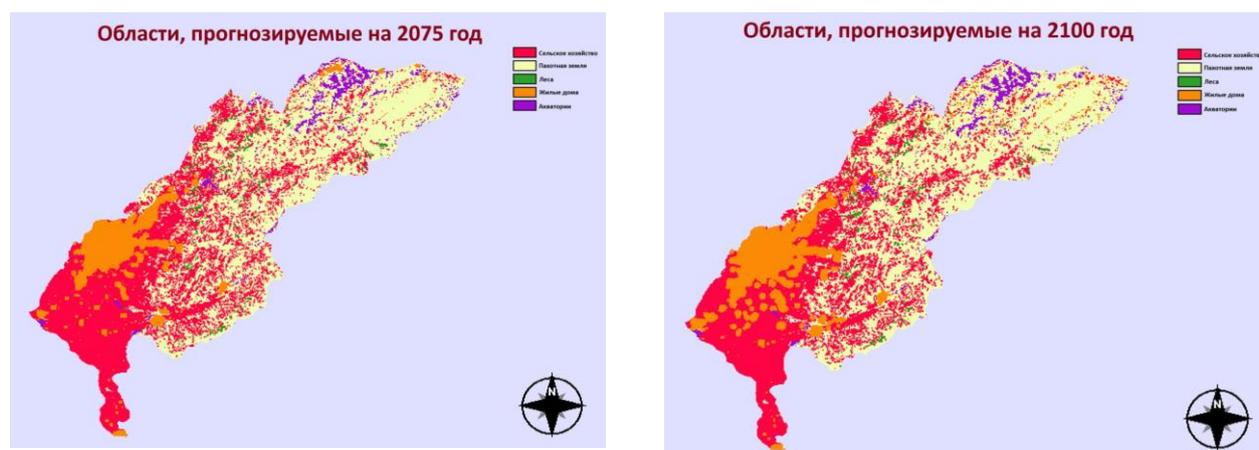


Рис. 5. Динамика будущего изменения биоразнообразия в бассейне реки Чирчик в условиях изменения климата

Среднегодовые изменения речного стока за 2030, 2050 и 2070 годы проанализированы по соотношению активности осадков, а тенденция,

связанная с будущими годовыми изменениями представлена на рисунках 6 и 7. Согласно графикам, на обоих гидропостах происходят среднегодовые изменения, а при увеличении коэффициента осадков уровень воды снижается, что связано с использованием водных ресурсов между двумя наблюдательными пунктами. Сценарии предполагают увеличение воды в бассейне, но не определяют наличие водных ресурсов в будущем, здесь необходимо учитывать испарение и изменения температуры, потому что оба фактора играют очень важную роль в оценке последствий изменения климата, когда эвапотранспирация меняется параллельно с температурой.

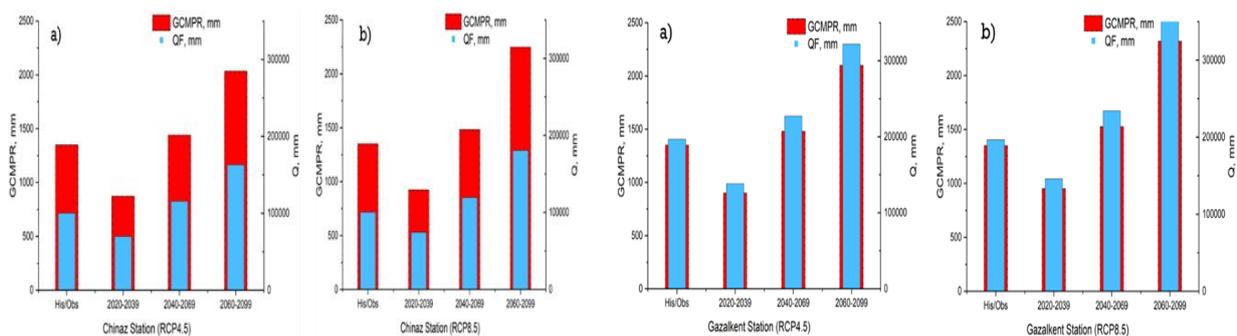


Рис. 6. Отношение стока воды к годовым осадкам за периоды 2030, 2050 и 2070 годов в бассейне реки Чирчик (гидропосты Газалкент и Чиназ).

В четвертой главе диссертации под названием “Оценка воздействия эрозии на окружающую среду в условиях изменения климата” оценено негативное влияние изменения интенсивности осадков на эрозию и окружающую среду в бассейне Чирчика, а также сделан прогноз на будущее с использованием глобальных климатических моделей и даны рекомендации. В данной главе представлены результаты оценки и прогнозирования потенциальной эрозии почв при прогнозировании эрозионных процессов с использованием модели RUSLE на базе геоинформационной системы (рисунок 7).

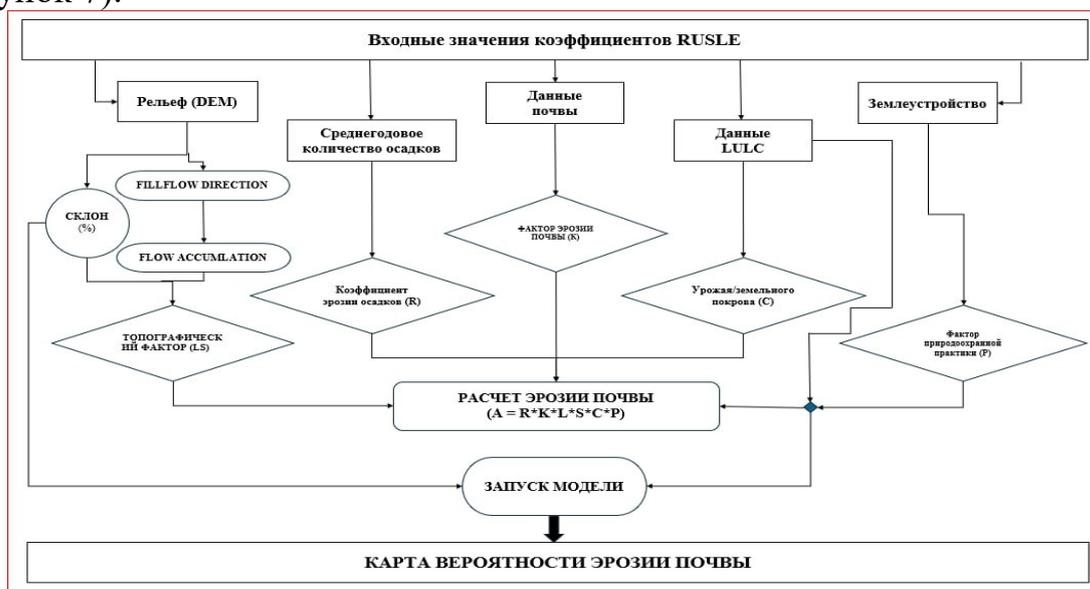


Рис. 7. Блок-схема оценки эрозии почвы с использованием модели RUSLE

Эрозия почвы происходит постепенно и влияет на плодородную почву непосредственно через осадки. Это признано серьезной всемирной экологической проблемой, которая угрожает не только продуктивности сельского хозяйства, но и общей устойчивости человеческого мира.

Чтобы лучше понять и быстро отслеживать последствия изменения интенсивности осадков при создании и обновлении почвенных карт, на основе нескольких критериев была выбрана уточненная модель универсального уравнения потери почвы, описанная в уравнении (уравнение 3).

$$A_{ij} = R_{ij} \cdot LS_{ij} \cdot K_{ij} \cdot C_{ij} \cdot P_{ij} \quad (3)$$

где: среднегодовая потенциальная эрозия почвы расположенной сетки ($t/ha^{-1}y^{-1}$); коэффициент средней эрозии осадков, ($MJ \text{ mm } ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$); коэффициент совместимости с эрозией почвы ($Mg \text{ h}^{-1}MJ \text{ mm}^{-1}$); L и S топографические факторы, учитывающие уклон. Значения LS, C и P безразмерны.

Фактор эрозии стока осадков (R) – При расчете коэффициента осадков индексная единица выражается как показатель силы эрозии определенного количества осадков. В данном процессе в зависимости от величины эрозии в тот или иной период определялась буря или последовательность бурь, а также рассчитаны интенсивность и продолжительность осадков. Но из-за отсутствия станции мониторинга или недостатка данных в отдаленных районах уравнение регрессии (4) между коэффициентом R и годовыми осадками требует дополнительных измерений параметров. По этой причине были выбраны упрощенные методы, обеспечивающие простоту изучения пространственной и временной изменчивости эрозии осадков. Данные активности осадков, использованные для расчета коэффициента R, были загружены из глобальных климатических данных, архива осадков SMIP5.

$$\begin{cases} R = 0,04830P^{1,61} & P < 850 \\ R = 587,8 - 1,219P + 0,004105P^2 & P \geq 850 \end{cases} \quad (4)$$

где: R - показатель дождевой эрозии; P - годовое количество осадков, мм. Следующее уравнение рекомендуется использовать в двух случаях: если годовое количество осадков < 850 мм, используется формула 4, в противном случае при количестве ≥ 850 мм рекомендуется использовать единицу фактора R [$MJ \text{ mm } ha^{-1}h^{-1}yr^{-1}$].

Коэффициент эрозии почвы (K) – который отражает скорость потери почвы в зависимости от эрозионного потока (R), рассчитан на основании текстуры почвы. Структура и проницаемость почвенного профиля, органические вещества являются основными свойствами почвы, влияющими

на K . Величина K характеризует структуру почвы и проницаемость органических соединений в зависимости от типа почвы и рассчитывается на основе общепринятых методов.

Длина улона и коэффициент крутизны (LS) – Расчет длины склона по цифровой модели рельефа (DEM) является проблематичным процессом моделирования эрозии, а необходимость расчета длины и уклона участка дает важнейшее значение для оценки эрозии в зависимости от параметров факторов L и S . S в уравнении обычно объединяют в качестве LS (4), поскольку наибольшее влияние на возникновение эрозии оказывают физические свойства земли. Уравнения (6, 7) использовались для оценки коэффициента LS с использованием Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) с разрешением 30 м, предоставленной NASA.

$$LS = L \cdot S \quad (5)$$

$$L_{ij} = \frac{(A_{ij-in} + D^2)^{m+2} - A_{ij-in}^{m+2}}{D^{m+2} X_{ij}^m (22,13)^m} \quad (6)$$

$$S_{ij} = \begin{cases} 10,8 \sin \beta + 0,03 \beta < 15,838 \\ 10,8 \sin \beta - 0,5 \beta \geq 15,838 \end{cases} \quad (7)$$

В данном исследовании фактор LS был внедрен в системе автоматического геополитического анализа (SAGA) 7.1.1. Результат значений LS отображен в ArcGIS 10.3.

Фактор управления растительным покровом (C) – Среди всех факторов риска эрозии почвы фактор C является важным показателем, который помогает сохранить состав почвы и уменьшить эрозию. Фактор C , учитываемый в модели RUSLE, использовался как фактор, определяющий тип почвы, эффективность и продуктивность.

Фактор природоохранной практики (P) – Фактор P является показателем условия поверхности, влияющего на сток, гидравлические и гидрологические процессы, и отражает эффективность практики сохранения почвы. Этот фактор способствует уменьшению объема и скорости потока воды.

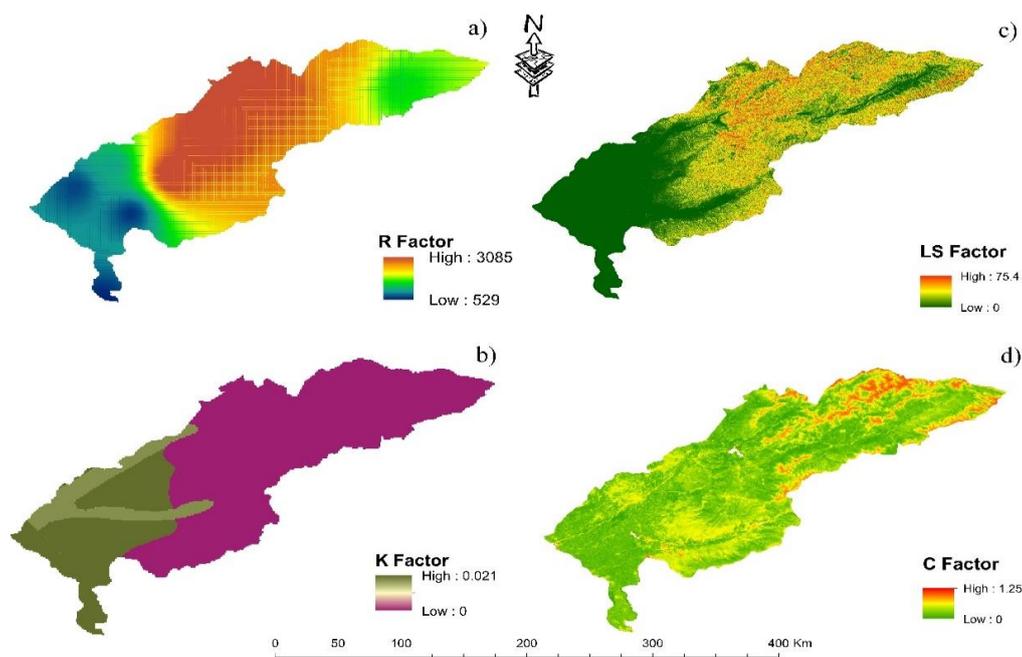


Рис. 8. Карта результатов фактора RUSLE

Факторы, влияющие на процесс эрозии – Согласно данным проведенных исследований (1990-2020 гг.) среднегодовое количество осадков составило 3085 мм (рисунок 8а), и пришлось на северо-западную и центральную части бассейна. Как правило, наименьшее количество осадков наблюдалось в южной и юго-западной частях бассейна, в нижнем течении бассейна. Из исследований известно, что почвы с большим количеством органического вещества очень устойчивы к эрозии. Коэффициент растворимости почвы (К) на исследуемой территории (рисунок 8б) колеблется от 0 до 0,021, как правило, 0 указывает на воду и водоемы. Почвы бассейна содержат песок (58,9 %), глину (29,9 %) и ил (36,8 %). Значения высот потенциальной деградации почвы, категории уклонов (<5, 5-20, 21-40, 41-70, > 70) LS (рисунок 8с) фактора риска (%) до 4299 м.

Результат калибровки и проверки – оценивая влияние будущего изменения климата, рассмотрены три периода для двух сценариев IPCC, RCP-4.5 и RCP-8.5, как показано на рисунке 9, 2030 (2020-2039), 2050 (2040-2069), 2070 (2060-2099) годах соответственно.

Достоверность модели оценивалась статистически путем сравнения основных климатических данных (1975-2005 гг.) и данных наблюдений. Коэффициент корреляции (R^2) 0,98% означает среднеквадратическую ошибку (RMSE) $659,0 \text{ Mj} \cdot \text{mm} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{yr}^{-1}$, коэффициент Nash-Sutcliffe (NASH) показывает 0,75.

Пространственное распределение значений R менялось в зависимости от количества моделируемых осадков. Показано влияние осадков на прошлую и будущую интенсивность эрозии; эрозия осадков и дождевого стока существенно возрастают во всех моделях ансамблей GCM. Все сценарии показывают средний рост показателей по сравнению с базовым уровнем во все периоды, что соответствует моделям.

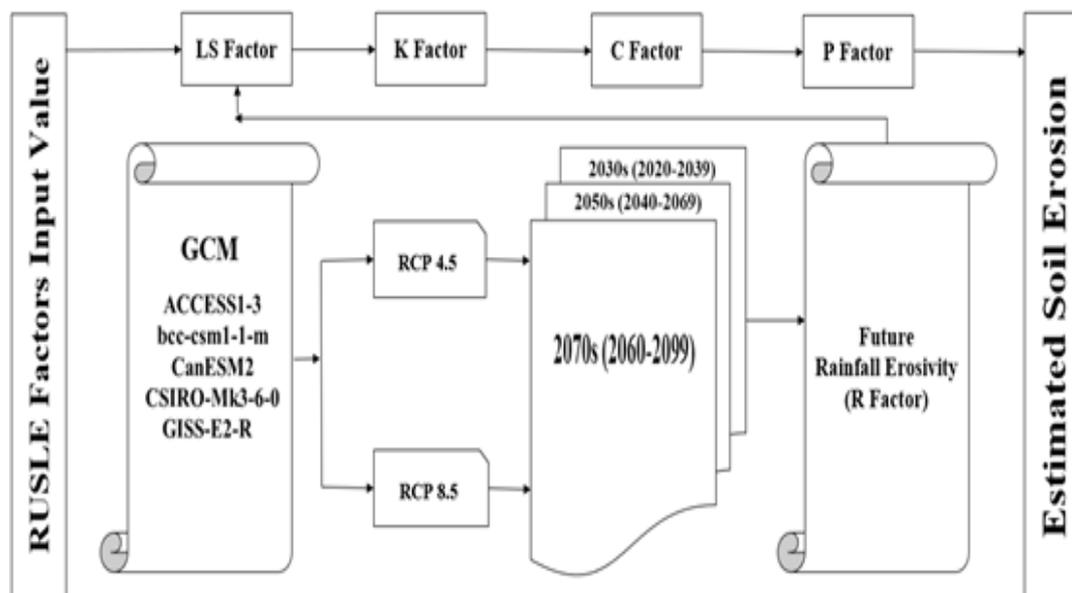


Рис. 9. Блок-схема прогнозирования эрозии почвы с использованием модели RUSLE

Средние значения соответственно моделям составили 471,6 мм, 489,2 мм и 504,8 мм для 2030-х, 2050-х и 2070-х годов. Как правило высокие темпы роста наблюдаются во всех сценариях RCP в 2070-е годы, а наибольший рост прогнозируется в моделях ASSESS1-3 и SanESM2. Кроме этого наименьшее значение прироста коэффициента радиоактивности наблюдалось в модели bcc-csm1-1-m, тогда как средний балл соответствовал модели GISS-E2-R.

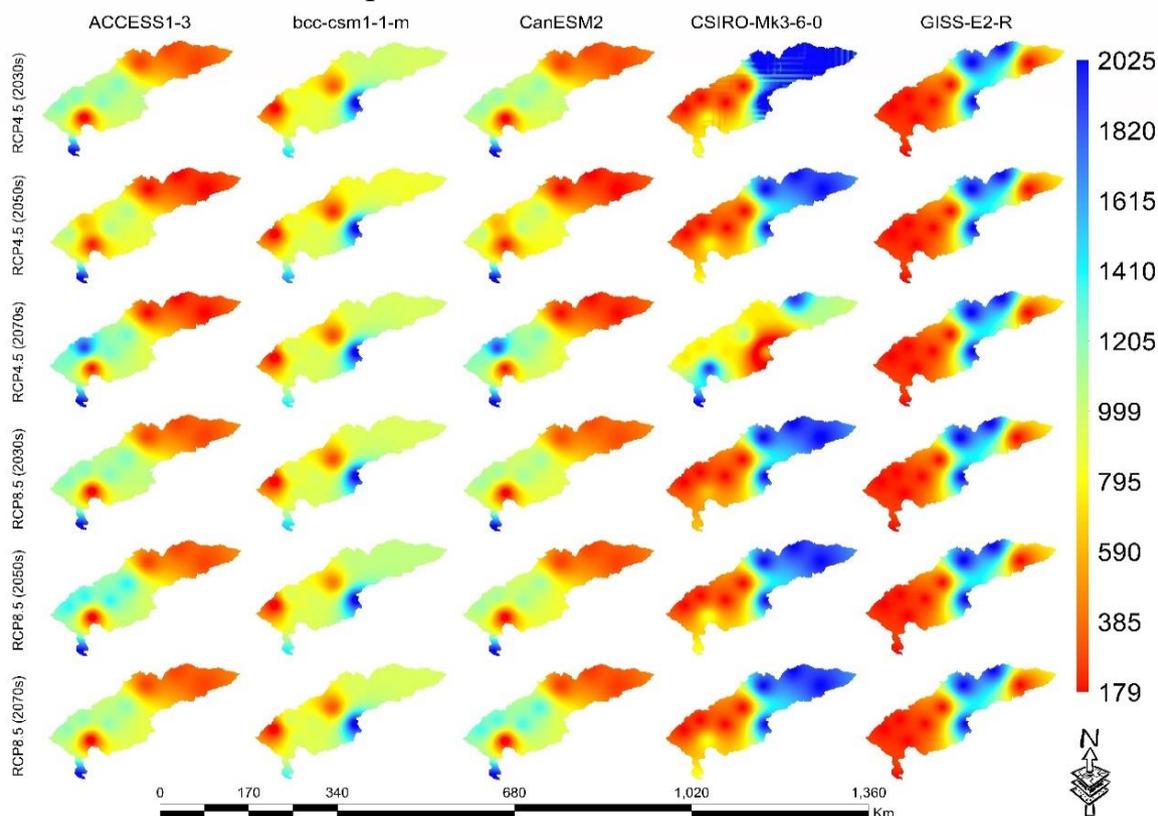


Рис. 10. Среднегодовая эрозия осадков за три периода согласно сценариям RCP-4.5 и RCP-8.5

Результаты исследования показывают, что средняя эрозия осадков увеличится соответственно с указанными выше периодами и сценариями до $1081,5 \text{ Mj}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{yr}^{-1}$ в 2030 году, $1165,2 \text{ Mj}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{yr}^{-1}$ в 2050 и $1231,6 \text{ Mj}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{yr}^{-1}$ в 2070 году.

Глобальные климатические модели имеют различную активность осадков и эрозионность осадков, вместе с чем не наблюдается постоянное увеличение или уменьшение, но среднее значение эрозии во всех моделях показывает устойчивую тенденцию роста. Некоторые модели показывают уменьшение количества осадков и, возможно, параллельное уменьшение эрозии, другие исключают возможность уменьшения эрозии при уменьшении количества осадков. Результаты исследования показали, что увеличение эрозии связано не только с изменением интенсивности осадков, но и с изменением частоты выпадения осадков.

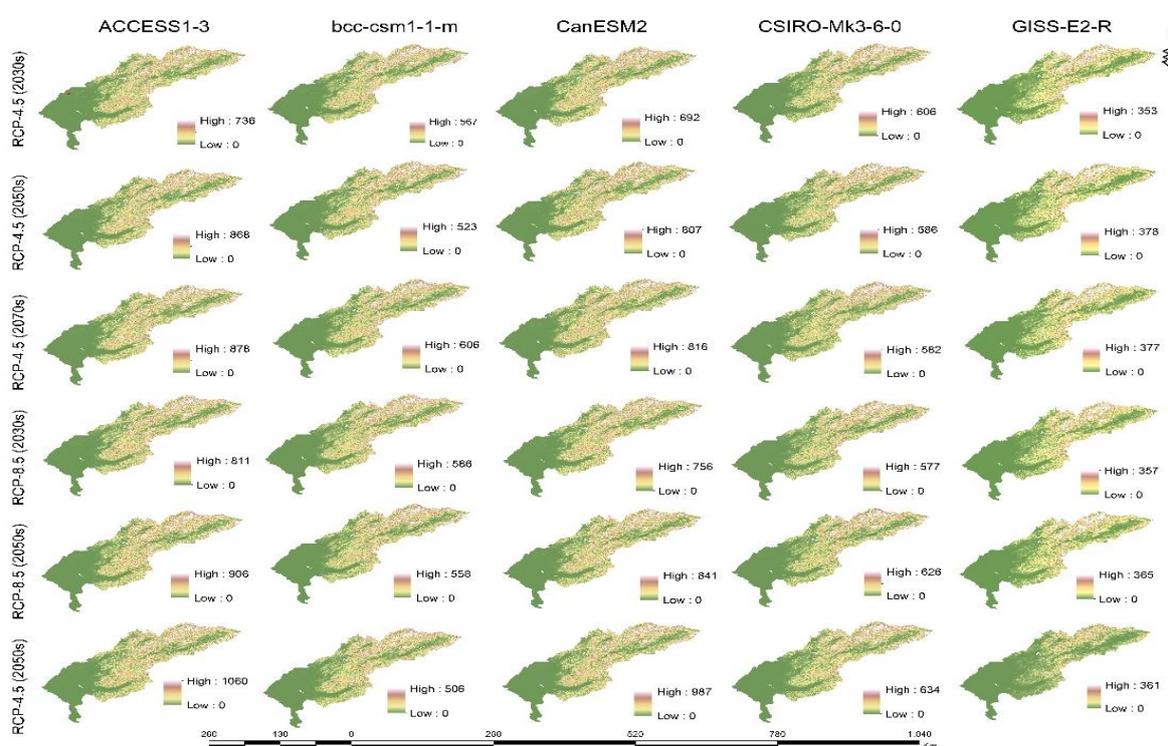


Рис. 11. Прогноз среднегодовой эрозии почвы в условии изменения климата для трех периодов согласно сценариям RCP4.5 va RCP8.5

Таким образом, хотя изменчивость интенсивности и частоты осадков из-за нестандартных глобальных климатических моделей не на одинаковом уровне, данное исследование отражает пространственную изменчивость эрозии в бассейне Чирчика на основании различных глобальных климатических моделей (рисунок 11).

Одной из основных проблем, вызванных изменением климата, является правильный прогноз возникновения и развития природных катаклизмов, предупреждение о надвигающейся опасности. В любой экосистеме почвы играют большую, сложную и интерактивную роль в окружающей среде,

поскольку они имеют важное значение в регулировании ключевых экосистемных процессов, таких как поглощение питательных веществ, разложение и водный баланс.

Таким образом, в исследовательской работе было оценено влияние изменения количества, интенсивности и пространственно-временного распределения осадков на потенциальную эрозию в бассейне.

В Чирчик-Ахангаронском бассейне анализ воздействия эрозии почвы на окружающую среду был проведен с использованием 5 моделей GCM с высокими коэффициентами корреляции, прогнозируемые потери почвы в моделях составили 630,3 т/га, 552,4 т/га, 318, 5 т/га. га, 596,8 т/га и 2502 т/га.

ВЫВОДЫ

На основании исследований, проведенных по диссертации доктора философии (PhD) на тему моделирование потенциального воздействия изменения климата на речной сток и окружающую среду реки Чирчик представлены следующие выводы:

1. Определена важность использования спутниковых снимков, данных дистанционного зондирования и геоинформационных систем (ГИС) при быстром принятии управленческих решений для оценки и прогнозирования потенциального воздействия изменения климата на сток речных бассейнов и окружающую среду в регионах с ограниченными данными, таких как Центральная Азия, где сеть станций наблюдений недостаточна.

2. Спрогнозированы изменения в землепользовании и растительном покрове в бассейне реки Чирчик с учетом воздействия изменения климата на окружающую среду. В результате спрогнозировано потенциальное воздействие факторов речного бассейна на окружающую среду на ближайшую и отдаленную перспективу.

3. Оценено и спрогнозировано влияние динамики уровня воды на окружающую среду на основе изменения климатических параметров. В результате путем моделирования спрогнозировано наблюдение снижения уровня воды в реке, в результате чего снизится степень зеленого покрова в бассейне.

4. По результатам предложенных глобальных моделей подтверждена неэффективность прогнозирования традиционными методами в регионах с недостаточным количеством сети наблюдательных станций для мониторинга влияния изменения климата.

5. Классифицированы изменения землепользования и растительного покрова с максимальной вероятностью при помощи мультиспектральных сенсоров TM/ETM+/OLI спутниковых изображений LANDSAT (supervised classification with Maximum Likelihood).

6. Смоделированы и спрогнозированы изменения землепользования и растительного покрова на будущее при помощи анализа изменений землепользования и растительного покрова, а также модели LCM.

7. При помощи эмпирической модели RUSLE спрогнозирована эрозия осадков на три перспективных периода – 2030 г. (2020-2039 гг.), 2050 г. (2040-2069 гг.) и 2070 г. (2060-2099 гг.). В результате был замечен потенциальный рост снизу вверх возрастания влияния на окружающую среду за счет землепользования в речном бассейне для трехэтапного периода.

8. Обоснованы прогнозные показатели формирования речного стока, количества осадков, максимальной и минимальной температуры на основании глобальных климатических моделей для репрезентативных сценариев RCP-4.5 и RCP-8.5 и на основании разработанной модели спрогнозирована динамика уровня воды в бассейне реки Чирчик на три перспективных периода – 2030 г. (2020-2039 гг.), 2050 г. (2040-2069 гг.) и 2070 г. (2060-2099 гг.).

9. Результаты численного элемента разработанной модели верифицированы с результатами глобальных моделей: ACCESS1-3; bcc-csm1-1-m; CanESM2; CSIRO-Mk3-6-0; GISS-E2-R.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
PhD.18/30.T.153.01 AT SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE OF
ENVIRONMENTAL AND NATURE PROTECTION TECHNOLOGIES**

**RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENT AND NATURE
PROTECTION TECHNOLOGIES
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF IRRIGATION AND WATER
PROBLEMS**

UNGALOV AKMAL NAVRUZOVICH

**MODELING POTENTIAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON
RIVER-RUNOFF AND ENVIRONMENT OF THE CHIKCHIK RIVER**

11.00.05 – Environmental protection and rational use of natural resources

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) ON
TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2024

The topic of doctoral dissertation (PhD) on technical science was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with number № B2023.4.PhD/Gr295

The doctoral dissertation was prepared at the Research Institute of Environment and Nature Protection Technologies and the Scientific-Research Institute of Irrigation and Water Problems.

The abstract of the dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on website of institute ([ecoilm](http://ecoilm.uz), ismiti.uz) and information-educational portal Ziyonet at the address (www.ziyonet.uz).

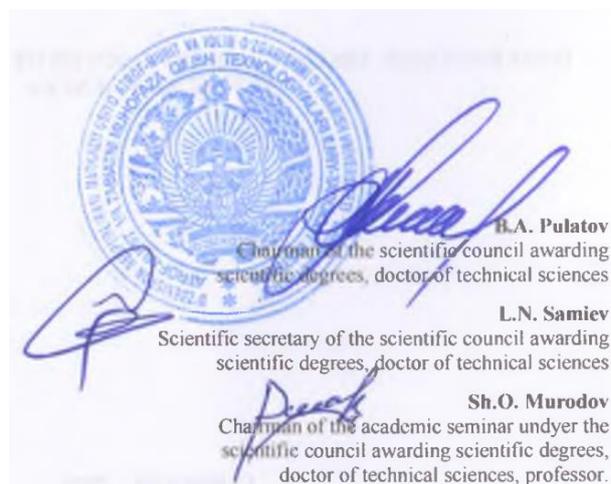
Scientific advisor:	Gafforov Xhusen Shirinovich Candidate of technical science, Senior researcher
Official opponents:	Yerkaboyev Furkat Iyasovich Doctor of technical science, Senior researcher
	Joliyev Mukhiddin Komilovich Candidate of technical science, Assistant professor
Leading organization:	Samarkand State University

The defense of the thesis will be held "4_" may____ 2024 at 14:00 hours at the meeting of the Scientific Council № PhD.18/30.T.153.01 at the Research Institute of Environment and Nature Protection Technologies (Address: 100043, Tashkent city, Chilonzor district, Bunyodkor street, house 7a. Tel: (71)277-69-83; faks.: (71)277-89-22; e-mail.: ecoilm.uz).

The dissertation can be viewed at the at the Information Resource Center of the Research Institute of Environment and Nature Protection Technologies (Address: 100043, Tashkent city, Chilonzor district, Bunyodkor street, house 7a. Tel: (71) 277-69-83; faks.: (71)277-89-22; e-mail.: ecoilm.uz).

Abstract of dissertation was sent «20» 04. 2024.

(register of the distribution protocol №1 from «20_» 04. 2024.



INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

Relevance and relevance of the thesis topic. Globally, climate change mitigation refers to changes in climatic conditions caused primarily by natural systems and anthropogenic greenhouse gas emissions, emphasizing the assessment of impacts at regional scales and the use of more regional climate models in decision-making to support climate change adaptation. At present, under the conditions of climate change, land use and land cover, erosion processes in river basins, analysis of water level dynamics and their long-term forecasting in environmental protection directly related to water resources of river basins are of particular importance in the improvement and implementation of environmental protection methods.

The **purpose** of the research is to adapt global climate models and forward modeling in assessing the environmental impact of the Chirchik River flow under climate change.

As a **research object**, is land use and land cover changes in the Chirchik River basin, basin erosion, river runoff and precipitation.

Scientific novelty of the research consists in the following:

Using geoinformation technologies, methods for predicting the impact of climate change on the environment using multispectral satellite image sensors based on climate models have been developed;

Impacts denoting the dependence of climate change on the environment, changes in land use and soil cover in the conditions of the Chirchik River basin have been predicted;

Improved methods for calculating the impact of water level dynamics on the environment depending on changes in climatic parameters;

Methods of erosion forecasting in assessing the impact of soil erosion on the environment using global climatic models were developed;

The effectiveness of five global climatic models: ACCESS1-3; bcc-csm1-1-m; CanESM2; CSIRO-Mk3-6-0; GISS-E2-R with high correlation coefficients for regional climate was substantiated.

Implementation of research results. Based on the results obtained on modeling the potential impact of climate change on the Chirchik River flow and environment:

methods for calculating the impact of flow change on the environment under climate change conditions are implemented in the Basin Water Management Association "Syrdarya" (Certificate of the Ministry of Water Management dated May 25, 2023, under No. BP27857800). As a result, it is possible to develop operational measures to combat water scarcity, drought, and environmental protection under climate change.

Methods of forecasting the impact of climate change on the environment using multispectral sensors of satellite images have been implemented in the Ministry of Water Resources and Water Management Departments of the Republic of Uzbekistan (Certificate of the Ministry of Water Resources dated

May 25, 2023, under No. BP27857800). By implementing this method, rational use of natural resources has been achieved.

A database consisting of a set of statistical, MODSNOW, SWAT, LCM and other interface models was developed to assess the impact of runoff in river basins on the environment under climate change on the basis of space and spatially distributed data, allowing rapid decision-making (Reference of the Ministry of Water Resources dated May 25, 2023, under No. BP27857800). As a result, operational calculation, and elimination of negative impacts of flow change on the environment in the context of climate change has been achieved.

Approval of research results. The results of this research were discussed and approved at 2 international and 2 national scientific-practical conferences.

Publication of research results. 9 scientific works were published on the subject of the dissertation, of which 4 articles were published in scientific publications recommended to publish the main scientific results of the dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 1 in foreign journal, as well as received 2 certificates for computer programs.

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

I bo'lim (I chast; I part)

1. A.Ungalov. Watyer resources modeling undyer climate change. The American Journal of Intyerdisciplinary Innovations and Research ISSN: 2642-7478. <https://doi.org/10.37547/tajjir/Volume05Issue12-07> (WorldCat, Crossref Doi)
2. Gaffarov X., A.Ungalov, Bao Anmin, N.Olimjonov Iqlim o'zgarishi sharoitida Chirchiq havzasi oqim dinamikasining uzoq muddatli prognozi. Ilm-fan va innovatsion rivojlanish jurnali. 1/2021y. 82-94b. (11.00.00; №38)
3. Унгалов А. Иқлим ўзгаришини Чирчиқ дарёси оқими ва атроф-муҳитга потенциал таъсирини моделлаштириш. Агро илм журнали. 2024y. №3. Б 41-45. (11.00.00. №3)
4. Арифжанов А. ,Узбеков У., Акмалов Ш. Самиев Л. Унгалов А. Temporal trends in tempyerature and precipitation variability in the Kashkadarya district: a three-decade analysis. Экологик хабарнома журнали. 2023y. Б 44-48. (11.00.00; №13)
5. Samiev L., Yusupov Sh. Xamdamova G., Babajanov F., Ungalov A., Bektoshev B. Amudaryo quyi oqimida takrorlanib turadigan gidrologik suv tanqisligi va uning oqibatlari // Ekologik xabarnoma jurnali. 2023y. Б 48-52.. (11.00.00; №13)
6. Samiev L.N. Khamidov A. Ungalov A. Mamatisaev G. Hydrological analysis of livestock watyer resyervoir using GIS technologies E3S Web of Confyerenes 371, 01030 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101030 AFE-2022>.
7. Gaffarov, Kh., Ungalov, A., Samiev, L., Olimjonov, N., Bektashov, B. Long-tyerm forecast of flow dynamics of Chirchik basin. Intyernational Confyerence. E3S Web of Confyerences 371, 01037 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101037 AFE-2022>

II bo'lim (II chast; II part)

8. G'afforov H, Ungalov A., Olimjonov N., Nuraliev O. "ICCWR" Fazo va makon bo'ylab taqsimlangan ma'lumotlar asosida suv resurslarining iqlimga bog'liq o'zgaruvchanligini baholash veb sahifasi. Intelektual mulk agentligidan byerilgan guvohnoma. BGU 00405. 02.10.2020 y.
9. G'afforov H, Ungalov A., Olimjonov N., Nuraliev O. "RDBMS" Aloqaviy ma'lumotlar bazasi boshqaruv tizimi. Intelektual mulk agentligidan byerilgan guvohnoma. BGU 00405. 02.03.2024 y.

10. Arifjanov A., Uzbekov U., Akmalov Sh., Ungalov A. Advantages of modelling for studying complex interactions between climate change and water resources. «Qishloq va suv xo'jaligining zamonaviy muammolari» mavzusidagi Respublika miqyosidagi an'anaviy XXII – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent - 2023 yil. 260-264 B.
11. Ungalov A., Toshtemirov B., Tursunov I., Tojiboev A. silindrik sirtlarga ta'sir etuvchi gidrostatik bosim kuchini aniqlashda AUTOCAD dasturidan foydalanish. «Qishloq va suv xo'jaligining zamonaviy muammolari» mavzusidagi an'anaviy XXII – yosh olimlar, magistrantlar va iqtidorli talabalarning ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent - 2023 yil. 12-17 B.

Avtorefyerat «EKOLOGIYA HABARNOMASI» ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (15.04.2024 y.).

Bosishga ruxsat etildi: 24.04.2024 yil.
Bichimi 60x84^{1/16}, “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3.3. Adadi: 100. Buyurtma: № 43.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reestr № 219951
“PUBLISHING HIGH FUTURE” OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.