

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
PhD 03/30.12.2019.T.10.08 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

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

**HAMIDULLAYEV SHOHJAHON SHUHRATOVICH**

**MASOFADAN ZONDLASH VA GAT TEXNOLOGIYALARIDAN  
FOYDALANIB, TOG‘ VA TOG‘ OLDI HUDUDLARIDA SEL KELISH  
XAVFINI MONITORING QILISH USLUBINI TAKOMILLASHTIRISH**

**11.00.07 - Geoinformatika**

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

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

**Оглавление автореферата диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Contents of the dissertation abstract for the degree of Doctor of Philosophy  
(PhD) in Technical Sciences**

**Hamidullayev Shohjahon Shuhratovich**

Masofadan zondlash va GAT texnologiyalaridan foydalanib, tog‘ va tog‘ oldi  
hududlarida sel kelish xavfini monitoring qilish uslubini  
takomillashtirish..... 3

**Хамидуллаев Шохжахон Шухратович**

Совершенствование методики мониторинга риска возникновения селей  
в горных и предгорных территориях с использованием технологий  
дистанционного зондирования и ГИС..... 23

**Khamidullaev Shokhjakhon**

Improvement of the Methodology for Monitoring Mudflow Hazard in  
Mountainous and Foothill Areas Using Remote Sensing and GIS  
Technologies..... 45

**E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 49

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI”  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
PhD 03/30.12.2019.T.10.08 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

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

**HAMIDULLAYEV SHOHJAHON SHUHRATOVICH**

**MASOFADAN ZONDLASH VA GAT TEXNOLOGIYALARIDAN  
FOYDALANIB, TOG‘ VA TOG‘ OLDI HUDUDLARIDA SEL KELISH  
XAVFINI MONITORING QILISH USLUBINI TAKOMILLASHTIRISH**

**11.00.07 - Geoinformatika**

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

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.3.PhD/T6066 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

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

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

**Ilmiy rahbar:**

**Oymatov Rustam Kamaraddinovich**  
texnika fanlari doktori (DSc), dotsent

**Rasmiy opponentlar:**

**Dergachyova Irina Viktorovna**  
geografiya fanlari doktori (DSc), katta ilmiy xodim

**Maxsudov Bobomurod Yuldoshovich**  
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

**Yetakchi tashkilot:**

**Termiz davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi PhD.03/30.12.2019.T.10.08 raqamli Ilmiy kengashning 2026-yil \_\_\_\_ soat 13:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100000, Toshkent sh, Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. Tel.: (+99871) 237-09-71, faks: (+99871) 237-54-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).)

Dissertatsiya bilan "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (\_\_\_\_ raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100000, Toshkent sh, Qori Niyoziy ko'chasi, 39 uy. tel. (+99871) 237-19-45.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2026 yil « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ dagi \_\_\_\_ raqamli reestr bayonnomasi).

**Sh.S.Shokirov**

Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash raisi, t.f.d. (DSc), professor

**S.N.Abduraxmonov**

Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d. (DSc), dotsent

**E.Y.Safarov**

Ilmiy darajalar beruvchi  
Ilmiy kengash asosidagi Ilmiy  
seminar raisi, t.f.d. (DSc), professor

## KIRISH (falsafa doktori PhD dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda global iqlim o'zgarishi, muzliklarning tezkor va jadal erishi, yer resurslaridan samarasiz foydalanish, o'rmonlarning qisqarishi, rejasiz qurilish ishlarining kengayishi hamda antropogen bosimning ortishi natijasida tabiiy ofatlar, xususan, sel hodisalarining chastotasi va intensivligi ortib bormoqda. Favqulodda vaziyatlar epidemiologiyasi bo'yicha tadqiqot markazi (CRED)ning Favqulodda hodisalar haqidagi EM-DAT bazasi ma'lumotlariga ko'ra, 2000-2024-yillar oralig'ida dunyo bo'yicha 472 ta yirik sel hodisasi qayd etilgan bo'lib, ular natijasida 20 mingdan ortiq inson halok bo'lgan, qariyb 9 million kishi turli darajada zarar ko'rgan va 7 milliard AQSh dollari miqdorida iqtisodiy zarar yetkazilgan<sup>1</sup>. Ayniqsa, tog'li va tog'oldi hududlarda sodir bo'layotgan kuchli sel oqimlarining ekologik muhitga, aholi yashash joylari, transport yo'llari, energetika tarmoqlari va kommunikatsiya tizimlariga salbiy ta'sirini kamaytirishga alohida ahamiyat berilmoqda. Hozirgi kunda jahonning rivojlangan mamlakatlarida sel xavfini aniqlash, baholash, prognozlash va monitoring qilishda zamonaviy masofadan zondlash hamda GAT texnologiyalaridan foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda sel hodisalarini kuzatish, tahlil qilish va ularning salbiy oqibatlarini kamaytirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlarni rivojlantirish ustuvor masala sifatida qaralmoqda. Bu borada AQSh, Yaponiya, Germaniya va Xitoy kabi rivojlangan davlatlarda sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari, masofadan zondlash va GAT texnologiyalari asosida sel xavfini aniqlash va monitoring qilish tizimlari keng joriy etilmoqda. BMT, UNESCO, Jahon Banki kabi xalqaro tashkilotlar tomonidan sel xavfini boshqarish, raqamli xaritalar yaratish, aholini erta ogohlantirish tizimlarini ishlab chiqish va tabiiy ofatlar oqibatlarini kamaytirishga qaratilgan loyihalar amalga oshirilmoqda. Shu jihatdan, global iqlim o'zgarishi sharoitida sel xavfini masofadan zondlash va GAT texnologiyalari asosida baholash, xavfli hududlarni aniqlash, monitoring qilish hamda tegishli uslubiy yondashuvlarni takomillashtirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Respublikamizda iqlim sharoiti keskin o'zgaruvchan, relyefi murakkab tog'li va tog' oldi hududlarida sel xavfi yuqori bo'lgan Farg'ona vodiysi, Surxondaryo, Qashqadaryo, Toshkent, Jizzax va Samarqand viloyatlarining aholi zich yashaydigan va qishloq xo'jaligi rivojlangan tog' hamda tog' oldi hududlarida sellarni oldindan aniqlash, masofadan zondlash texnologiyalari va GAT yordamida kuzatish va zararini kamaytirish choralari ishlab chiqish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasining 2022-yil 17-avgustdagi O'RQ-790-son "Aholini va hududlarni tabiiy hamda texnogen xususiyatli favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish to'g'risida"gi Qonunida sel kabi tabiiy ofatlar oqibatida yuzaga keladigan favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilishning huquqiy asoslari

---

<sup>1</sup> Favqulodda vaziyatlar epidemiologiyasi bo'yicha tadqiqot markazi (CRED) EM-DAT ma'lumoti (<https://data.humdata.org/dataset/74163686-a029-4e27-8fbf-c5bfcd13f953/resource/c5ce40d6-07b1-4f36-955a-d6196436ff6b/download>)

belgilangan<sup>2</sup>, 2022-yil 12-yanvardagi O‘RQ-745-son “Gidrometeorologiya faoliyati to‘g‘risida”gi Qonunida sel bilan bog‘liq gidrometeorologik jarayonlarni kuzatish va axborot bilan ta‘minlash masalalari mustahkamlangan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 20-oktyabrdagi PQ-310-son “Favqulodda vaziyatlar organlari faoliyatini yanada takomillashtirishga doir tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori, 2022-yil 23-noyabrdagi PQ-429-son “Kosmik tarmoqni yanada rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori, Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 29-apreldagi 171-son “O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlarning oldini olish va bunday vaziyatlarda harakat qilish davlat tizimi faoliyatini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori hamda Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 11-avgustdagi 361-son “Favqulodda vaziyat ro‘y berish xavfi yoki favqulodda vaziyat ro‘y berganligi haqida xabar berishning avtomatlashtirilgan tizimini rivojlantirish hamda undan samarali foydalanishni tashkil etish to‘g‘risida”gi qarori va boshqa normativ-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya ishi bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalar rivojlanishining IV. “Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish” va V. “Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi” ustuvor yo‘nalishlari doirasida bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Sohaga oid ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, sel xavfini aniqlash, baholash va monitoring qilishda masofadan zondlash hamda GAT texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha xorijiy mamlakatlarda keng ko‘lamli tadqiqotlar olib borilgan. S.Wild, Liang, Häusler, F.Wang, Zhou, Shahgedanova, Vallance, Hutchinson, Huang, T.Chepurna, R.Macarthur, D.Hamilton, V.Perov, I.Seinova, V.Tevzadze, L.Vallejo, K.Arai, A.Basuki, S.Gevorkyan va boshqa olimlar sel jarayonlarini monitoring qilish, xavfli hududlarni aniqlash, fazoviy baholash va raqamli xaritalash bo‘yicha metodik yondashuvlarni ishlab chiqqan.

O‘zbekistonda sel jarayonlarini o‘rganish ikki bosqichda rivojlangan. Dastlab S.M.Fleyshman, M.A.Velikanov, H.A.Ismagilov, G.N.Trofimov, V.E.Chub, V.A.Kudishkin, I.V.Kirilyuk, A.X.Tulyaganov, F.K.Kocherga, A.F.Shaxidov, Y.M.Denisov, D.X.Salixova, A.A.Ni, R.G.Vafin, V.P.Pushkarenko, P.M.Karpov, A.Y.Umarov, Sh.K.Xodjayev, M.L.Arushanov, F.Gapparov va boshqa olimlar sel jarayonlarining gidrologik va geomorfologik xususiyatlari, prognozlash, rayonlashtirish va muhandislik baholash masalalarini tadqiq etgan.

Keyingi bosqichda S.V.Myagkov, S.I.Klimov, B.D.Salimova, Y.A.Plotnitskaya, M.K.Juliyev, S.S.Myagkov, I.V.Dergacheva, G.Mamadjanova, A.Isakova va boshqa tadqiqotchilar GAT, masofadan zondlash, fazoviy-statistik tahlil va mashinali o‘qitish usullari asosida sel va geologik xavflarni baholash, xaritalash va modellash bo‘yicha izlanishlar olib borgan. O‘zbekistonda

---

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasining 2022-yil 17-avgustdagi O‘RQ-790-son “Aholini va hududlarni tabiiy hamda texnogen xususiyatli favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni (<https://lex.uz/uz/docs/-6161244>)

kartografiya va geoinformatika yo'nalishining rivojlanishiga T.M.Mirzaliyev, E.Y.Safarov, I.M.Musayev, Sh.S.Shokirov, S.N.Abduraxmonov, R.K.Oymatov va boshqa olimlarning ilmiy ishlari ham muhim hissa qo'shgan.

Ilmiy adabiyotlar tahlili Surxondaryo viloyatining tog' va tog'oldi hududlarida sel xavfini baholash va monitoring qilishda sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari, GAT va statistik modellarni integratsiyalash masalalari yetarli o'rganilmaganini ko'rsatdi. Shu sababli selni shakllantiruvchi omillarni kompleks baholash, sel oqibatlarini tezkor aniqlash va natijalarni yagona geoaxborot muhitida monitoring qilish usullarini takomillashtirish zarur.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim yoki ilmiy tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti "Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq 2025-2026 yillar davomida amalga oshiriladigan "AL-8424012339 - Iqlimga mos qishloq xo'jaligi: masofadan zondlash, meteorologik ma'lumotlar va Geo-AI usullarini integratsiyalash" xalqaro qo'shma amaliy loyihasi hamda "Sug'oriladigan qishloq xo'jaligi yerlarining ekologik holatini xarita olish uslubini takomillashtirish" (Qayd raqami №1.13, 2023-2025) loyihasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi.** Surxondaryo viloyati tog' va tog'oldi hududlarida GAT va masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanib, sel xavfini monitoring qilish uslubini takomillashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:**

tog' va tog'oldi hududlarida sel xavfiga ta'sir etuvchi asosiy tabiiy va iqlim omillarini aniqlash va ularning sel xavfiga ta'sirini baholash;

sel hodisalari va ularni keltirib chiqaruvchi omillar asosida fazoviy ma'lumotlar bazasini shakllantirish;

masofadan zondlash ma'lumotlari yordamida sel hodisalari oqibatida suv bosgan hududlarni tezkor aniqlash usullarini ishlab chiqish;

statistik modellarni GAT va masofadan zondlash ma'lumotlari bilan integratsiyalash asosida sel xavfini baholash hamda natijalar aniqligini qiyosiy baholash.

**Tadqiqot obyekti** sifatida Surxondaryo viloyati Surxondaryo daryosi havzasi olingan.

**Tadqiqot predmetini** GAT dasturlari, masofadan zondlash ma'lumotlari, statistik modellar va veb-geoaxborot tizimlari asosida sel xavfini aniqlash, baholash hamda monitoring qilishning ilmiy-amaliy mexanizmi tashkil etadi.

**Tadqiqot usullari.** Dissertatsiyada dala tadqiqotlari, geoaxborot texnologiyalari ArcGIS Pro, QGIS va ArcSDM dasturlari, Google Earth Engine platformasida JavaScript dasturlash tili va RStudio muhitidagi R tili, Frequency Ratio, Statistical Index va Certainty Factor statistik modellari, geofazoviy va statistik tahlil, geovizualizatsiya va boshqa usullardan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

Surxondaryo daryosi havzasi bo'yicha sel hodisalari va ularni yuzaga keltiruvchi omillar o'rtasidagi fazoviy hamda statistik bog'liqliklar aniqlanib, sel

xavfini kompleks baholash tizimi takomillashtirilgan;

Google Earth Engine platformasida Sentinel-1 SAR ma'lumotlarini tahlil qilish asosida sel hodisasidan keyingi suv qoplamasi o'zgarishini tezkor aniqlash uslubi ishlab chiqilgan;

GAT va masofadan zondlash ma'lumotlarini Frequency Ratio, Statistical Index va Certainty Factor statistik modellari integratsiyalash asosida sel xavfini aniqlash uslubi takomillashtirilgan;

sel xavfini baholash natijalarini yagona veb-geoaxborot muhitida integratsiyalash va monitoring qilishning metodik yondashuvi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

Surxondaryo daryosi havzasi bo'yicha sel hodisalarining joylashuvi, takrorlanishi va ularga ta'sir etuvchi asosiy tabiiy-geografik omillarni o'z ichiga olgan geofazoviy ma'lumotlar bazasi yaratildi.

Google Earth Engine platformasida Sintetik aperturali radiolokatsiya (SAR) ma'lumotlari asosida sel bosgan hududlarni aniqlash va xaritada aks ettirish imkonini beruvchi "Selqidir" platformasi ishlab chiqildi.

FR (Frequency Ratio), SI (Statistical Index) va CF (Certainty Factor) statistik modellari asoslangan sel xavfi xaritalari ishlab chiqildi va ular orqali sel xavfi mavjud hududlar aniqlandi.

ArcGIS Online platformasidan foydalanib, sel xavfini vizualizatsiyalash va monitoring qilish geoportali yaratildi.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** tadqiqotda qo'llanilgan metodikalarning ilmiy jihatdan tan olingan usullarga asoslangani, olingan natijalarning nazariy va amaliy jihatdan tekshirilib tasdiqlangani, xorijiy hamda mahalliy tajribalar va boshqa tadqiqotchilar ishlari bilan solishtirib tahlil qilingani, xulosalarning ilmiy asoslanganligi, soha mutaxassislari tomonidan aprotatsiyadan o'tkazilib ijobiy baholangani, respublika va xalqaro miqyosdagi ilmiy-amaliy konferensiyalarda muhokama qilingani hamda dissertatsiya natijalarining Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan e'tirof etilgan ilmiy nashrlarda chop etilgani bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Sel xavfini aniqlash va baholashda GAT hamda masofadan zondlash texnologiyalariga asoslangan yondashuvlar takomillashtirilib, sel xavfiga ta'sir etuvchi asosiy omillarning fazoviy bog'liqligi statistik modellar asosida baholangan hamda sel xavfini monitoring qilishning metodik yondashuvi ishlab chiqilgan.

Ishlab chiqilgan sel xavfi xaritalari, geofazoviy ma'lumotlar bazasi va monitoring natijalaridan xavfli hududlarni aniqlash, favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik ko'rish, aholi va xo'jalik obyektlarini muhofaza qilish hamda tegishli boshqaruv qarorlarini qabul qilishda foydalanish mumkin.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Masofadan zondlash va GAT texnologiyalari asosida tog' va tog'oldi hududlarida sel xavfini monitoring qilish uslubini takomillashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

Surxondaryo havzasida sel hodisalari va tabiiy-geografik omillar o'rtasidagi bog'liqliklar aniqlanib, sel hodisalari, ularning takrorlanishi va ta'sir etuvchi omillarni qamrab olgan geofazoviy ma'lumotlar bazasi yaratildi. Sel hodisasidan

keyingi suv bosgan hududlarni tezkor aniqlash usuli va “Selqidir” veb-platformasi Surxondaryo viloyatining ekologiya, gidrometeorologiya va favqulodda vaziyatlar tizimlarida joriy etildi (Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 18.06.2026 dagi 04-04/3-1-7262-son ma’lumotnomasi). Natijada bulutli ob-havo sharoitida suv bosgan maydonlarni tezkor aniqlash va ekologik zarar ko‘lamini baholash imkoniyati yaratildi.

Masofadan zondlash va GAT ma’lumotlarini Frequency Ratio (FR), Statistical Index (SI) hamda Certainty Factor (CF) modellariga integratsiyalash orqali sel xavfi xaritalari ishlab chiqilib, tabiatni muhofaza qilish tadbirlarini rejalashtirishga joriy etildi (Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 18.06.2026 dagi 04-04/3-1-7262-son ma’lumotnomasi). Natijada ushbu xaritalar sel xavfi mavjud hududlarni aniqlash, xavf darajasini baholash va muhofaza tadbirlarini rejalashtirish uchun ishonchli manba sifatida qo‘llanildi.

Sel xavfini baholash natijalarini yagona veb-geoaxborot muhitiga integratsiyalash va monitoring qilishga xizmat qiluvchi interaktiv tizim yaratildi (Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 18.06.2026 dagi 04-04/3-1-7262-son ma’lumotnomasi). Natijada sel xavfi xaritalari va monitoring natijalarini tegishli tashkilotlarga tezkor yetkazish, profilaktik choralarni rejalashtirish va ekologik holatni nazorat qilish imkoniyati yaratildi.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur ishning tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 10 ta ilmiy ish chop etilgan, jumladan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi e’tirof etgan jurnallarda 6 ta, shundan 3 tasi respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda, xalqaro va respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida 4 ta, shundan 1 tasi xorijda nashr qilingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, 4 ta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat bo‘lib, hajmi 120 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

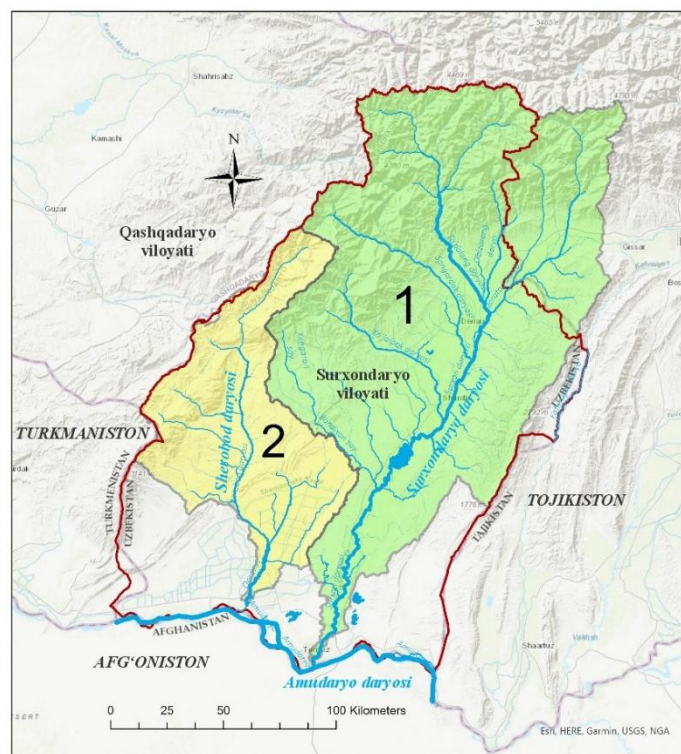
**Dissertatsiyaning kirish** qismida dissertatsiya tadqiqotining dolzarbligi va zarurati asoslangan. Tadqiqot maqsadi va vazifalari hamda obyekti va predmeti ko'rsatilgan. Tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishiga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan. Olingan natijalarning ishonchliligi, nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining joriy qilinganligi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Tabiiy ofatlarni monitoring qilishda masofadan zondlash va GAT texnologiyalaridan foydalanishning ilmiy-amaliy asoslari”** deb nomlangan birinchi bobida tabiiy xavfli jarayonlarni monitoring qilishning ilmiy-nazariy asoslari va mavjud tadqiqot yondashuvlari tahlil qilingan. Scopus bazasida 1928-2024-yillar uchun “mudflow” kalit so'zi bo'yicha aniqlangan 358 ta ilmiy ishdan 346 tasi, jumladan, 239 ta maqola, 82 ta konferensiya materiali va 25 ta boshqa turdagi nashr bibliometrik tahlilga olingan. Ilmiy faollik 2011-2024-yillarda yuqori bo'lib, nashrlar bo'yicha AQSh, Xitoy va Rossiya, iqtiboslar bo'yicha Xitoy yetakchilik qilgan.

Sel xavfini baholashda mashinaviy o'rganish, statistik va ko'p mezonli usullarning qo'llanilishi o'rganilgan. Random Forest 51 ta, SVM 33 ta, Logistic Regression 23 ta va Frequency Ratio 22 ta tadqiqotda qo'llanilgani aniqlangan. Fizik modellarning sel oqimi harakatini o'rganishdagi, FR, SI va CF statistik modellarining omillar ta'sirini miqdoriy baholash hamda selga moyil hududlarni ajratishdagi imkoniyatlari tahlil qilingan. Ushbu tahlillar asosida Surxondaryo daryosi havzasida masofadan zondlash, GAT va statistik modellarni birlashtirish orqali sel xavfini baholash hamda monitoring uslubini takomillashtirish zarurati asoslangan.

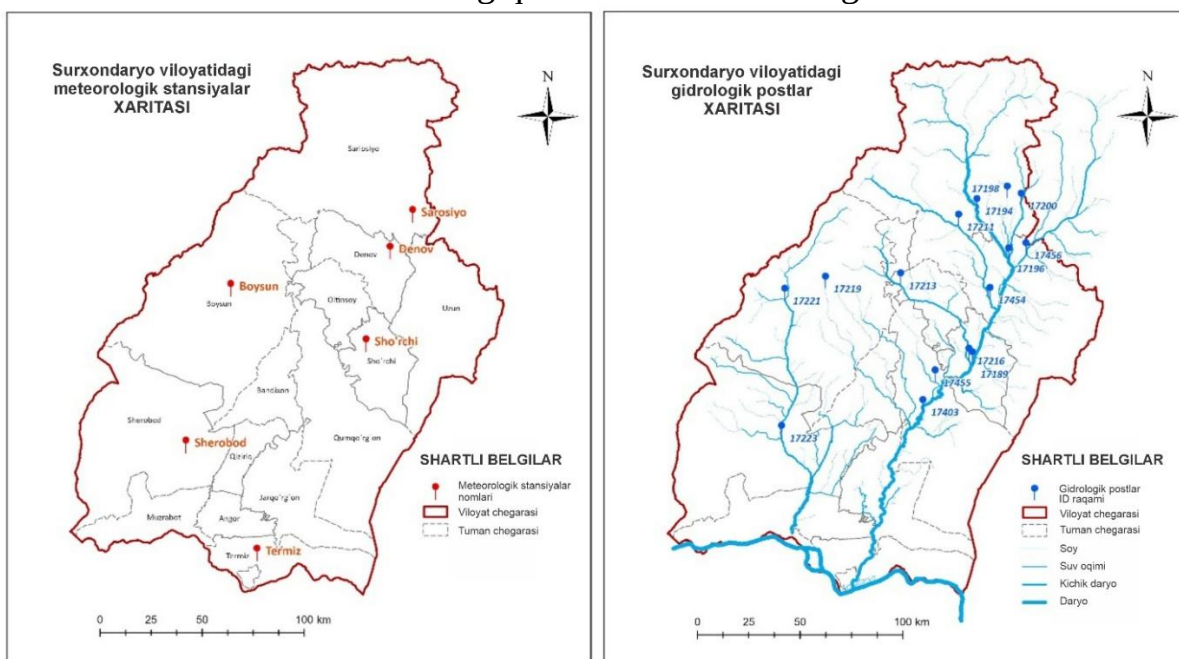
Dissertatsiyaning **“GAT va masofadan zondlash ma'lumotlari asosida tabiiy ofatlarni monitoring qilishning uslubiy asoslari”** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot hududining gidrologik va meteorologik sharoitlari, sel hodisalarining vaqt bo'yicha o'zgarishi hamda ularni monitoring qilish bosqichlari yoritilgan. Viloyatning asosiy yer usti suv manbalari Surxondaryo va Sheroboddaryo havzalari bo'lib, Surxondaryo Qoratog'daryo va To'palangdaryoning qo'shilishidan, Sheroboddaryo esa Irg'oyli va Qizilsoy daryolarining qo'shilishidan hosil bo'lishi Viloyatning daryo havzalari (1-Surxondaryo, 2-Sheroboddaryo) xaritasida ko'rsatilgan (1-rasm).

Dissertatsiyaning **“GAT va masofadan zondlash ma'lumotlari asosida tabiiy ofatlarni monitoring qilishning uslubiy asoslari”** deb nomlangan ikkinchi bobida hududning tabiiy-geografik sharoitlari, sel hodisalarining fazoviy-vaqt taqsimoti va xavfni baholash bosqichlari yoritilgan. Surxondaryo va Sheroboddaryo havzalarining gidrologik xususiyatlari o'rganilib, meteorologik stansiyalar hamda gidrologik postlar kuzatuvlari tadqiqotning axborot asosini tashkil etgan (2-rasm).



### 1-rasm. Viloyatning daryo havzalari (1-Surxondaryo, 2-Sheroboddaryo)

2000-2025-yillarda O'zbekistonda jami 1463 ta sel hodisasi qayd etilgan. Jumladan, 2012-yilda 134 ta, 2019-yilda 152 ta, 2021-yilda 138 ta, 2022-yilda 171 ta va 2024-yilda 172 ta hodisa kuzatilgan. 2025-yilda hodisalar soni 39 tani tashkil etib, 2024-yilga nisbatan 77,3 foizga kamaygan. Surxondaryo viloyatida mazkur davrda 374 ta sel hodisasi qayd etilgan. 2021-2025-yillarda mamlakat bo'yicha kuzatilgan 570 ta hodisaning 217 tasi yoki 38,1 foizi ushbu viloyat hissasiga to'g'ri kelgan. Natijalar Surxondaryo viloyatida sel xavfini hududiy baholash va muntazam monitoring qilish zaruratini asoslagan.



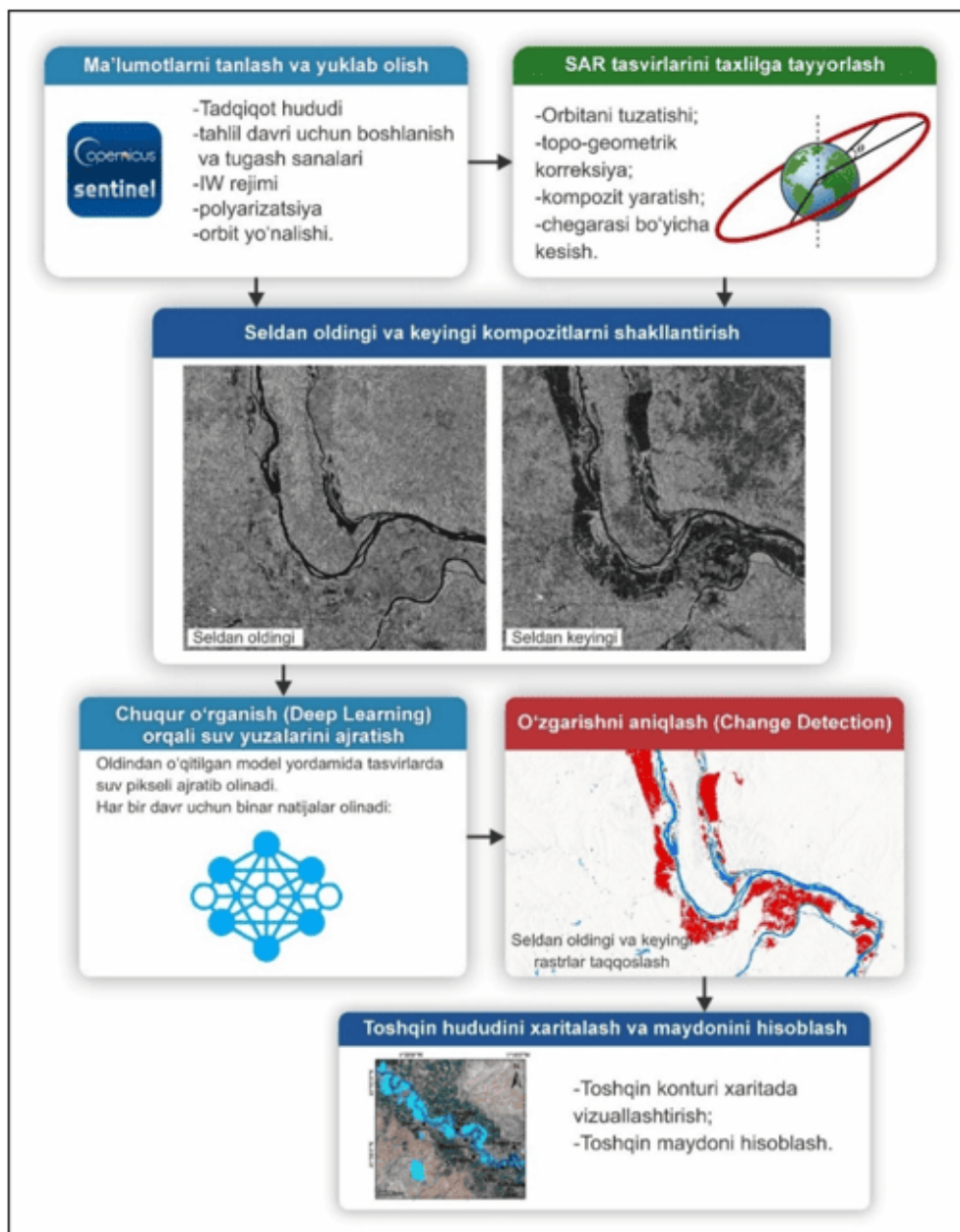
### 2-rasm. Surxondaryo viloyatidagi meteorologik stansiyalar va gidrologik postlar joylashuvi



**3-rasm. Surxondaryo daryosi havzasida sel hodisalari va ta'sir etuvchi omillar asosida sel xavfini kompleks baholash tizimi**

Surxondaryo daryosi havzasida sel hodisalari va tabiiy-geografik omillarni birgalikda tahlil qilishga asoslangan kompleks baholash tizimi ishlab chiqilgan (3-rasm). Tizim tabiiy sharoitlarni o'rganish, sel hodisalari reyestrini shakllantirish, dala kuzatuvlarini o'tkazish, mavzuli qatlamlarni tayyorlash va natijaviy xaritalarni yaratish bosqichlarini qamrab olgan. Ma'lumotlar GAT muhitida yagona koordinata tizimi va mos fazoviy o'lchamga keltirilgan. Sel hodisalari bilan omillar o'rtasidagi bog'liqliklar FR, SI va CF modellari yordamida baholanib, hudud selga moyillik darajalari bo'yicha sinflarga ajratilgan.

Mazkur texnologik sxemada Surxondaryo daryosi havzasida sel xavfini baholash jarayoni bosqichma-bosqich ifodalangan. Dastlab tadqiqot hududining tabiiy-geografik sharoitlari, sel hodisalarining fazoviy va vaqt bo'yicha tarqalishi, respublika va xorijiy tajriba hamda GAT asosida sel monitoringining imkoniyatlari o'rganiladi. Keyingi bosqichda sel xavfini baholash modellari tahlil qilinib, mahalliy sharoitga mos yondashuvlar tanlanadi va sel xavfiga ta'sir etuvchi asosiy omillar aniqlanadi. Shundan so'ng gidrometeorologik stansiyalar ma'lumotlari, sel hodisalari reyestri, dala kuzatuvlari va masofadan zondlash materiallari asosida geoma'lumotlar bazasi shakllantiriladi.



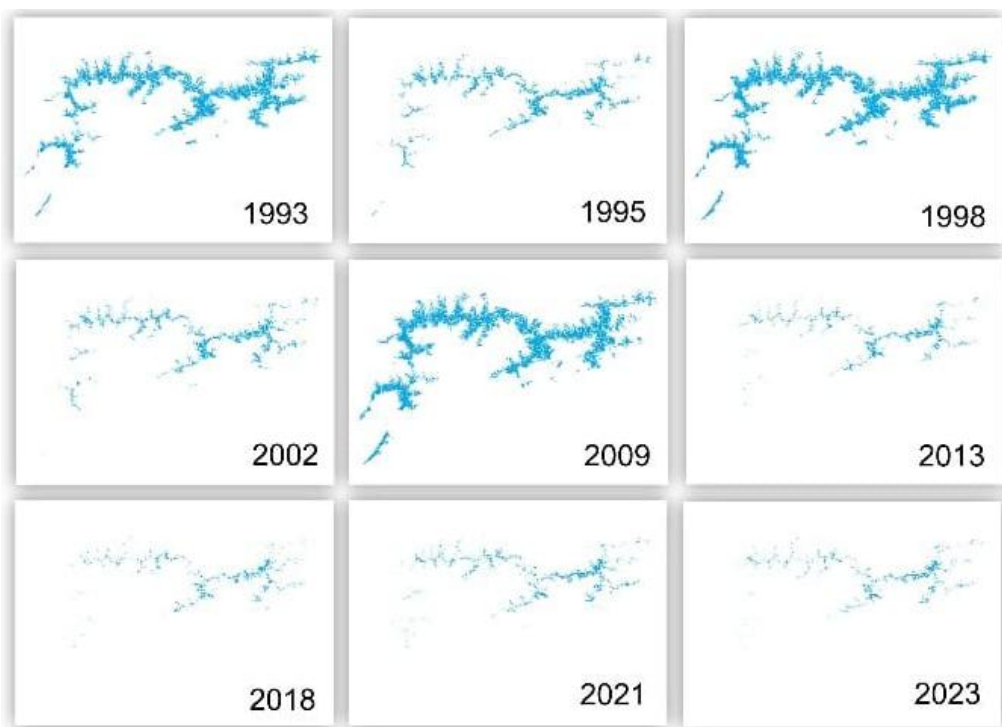
**4-rasm. Sintetik aperturali radiolokatsiya (SAR) ma'lumotlari asosida sel bosgan hududlarni aniqlash uslubining texnologik sxemasi**

Hodisadan keyingi suv qoplamasi o'zgarishlarini aniqlash uchun Sentinel-1 SAR tasvirlarini qayta ishlash usuli ishlab chiqilgan (4-rasm). Dastlab bir xil qutblanish va mos tasvirga olish sharoitidagi ma'lumotlar tanlanib, hodisadan

oldingi va keyingi davrlar uchun kompozitlar shakllantirilgan. Keyingi tasvir qiymatlaridan oldingi tasvir qiymatlarini ayirish orqali  $\Delta\sigma$  farq rastri hisoblangan. - 3 dan -7 dB gacha bo'lgan chegaralarni taqqoslash natijasida  $\Delta\sigma < -5$  dB tadqiqot hududi va kuzatuv davri uchun ishchi mezon sifatida tanlangan. Ajratilgan suv qoplamasining sel hodisasi bilan bog'liqligi hodisa sanasi, joylashuvi, daryo tarmog'i va relyef ma'lumotlari asosida baholangan.

Dissertatsiyaning **“Sel xavfini shakllantiruvchi tabiiy omillarning fazoviy tahlili”** deb nomlangan uchinchi bobida muzliklar dinamikasi, yog'ingarchilikning hududiy taqsimoti, SAR ma'lumotlari asosida aniqlangan suv qoplamasi o'zgarishlari va seysmik sharoitlar tahlil qilingan.

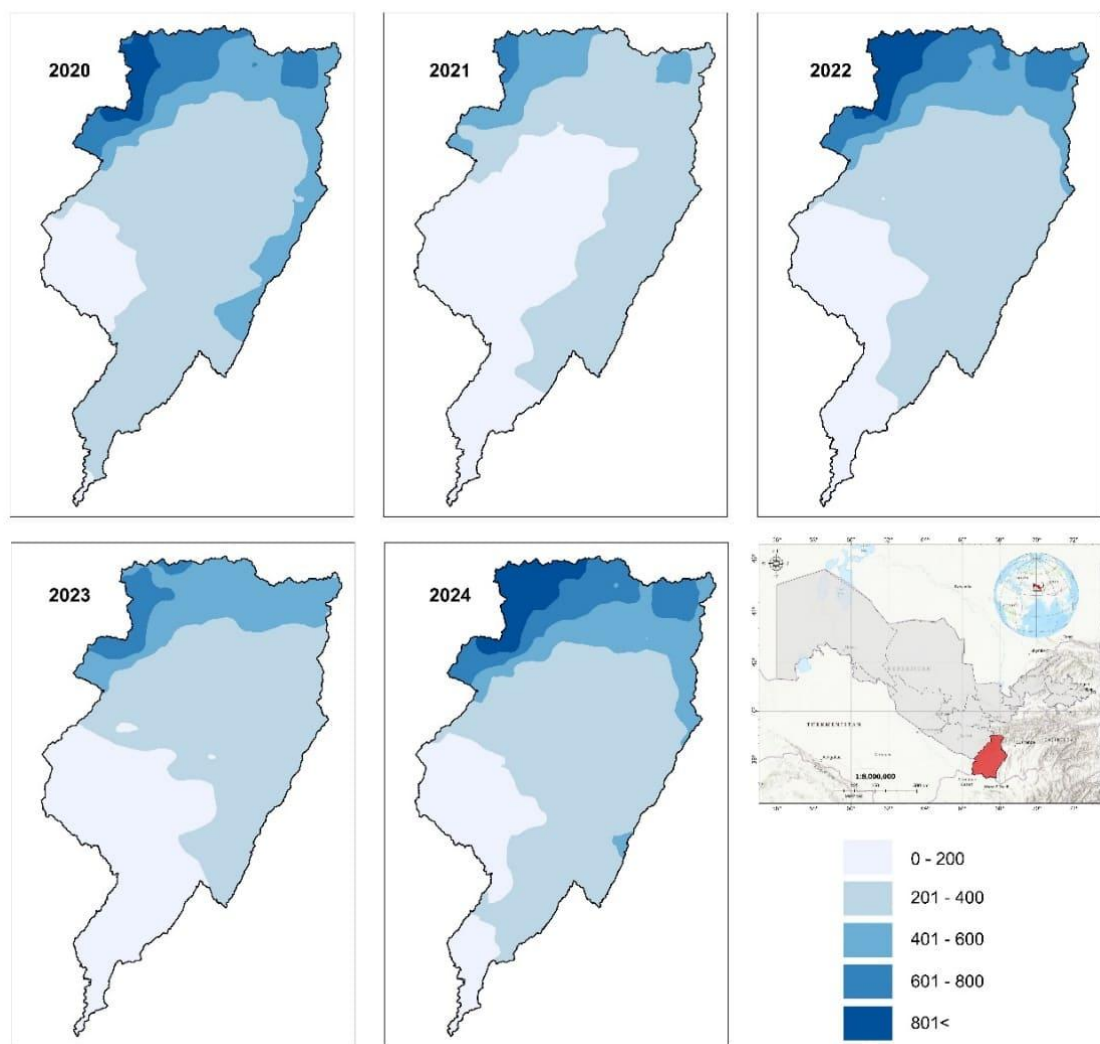
Landsat tasvirlari va NDSI indeksi asosida Hisor tog'laridagi muzlik maydonining 1993-2024-yillardagi o'zgarishi baholangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, muzlik maydoni 140 km<sup>2</sup> dan 55 km<sup>2</sup> gacha, ya'ni qariyb 60 foizga qisqargan (5-rasm). Denov stansiyasida yozgi o'rtacha haroratning oshishi va Surxondaryo daryosining yozgi suv sarfi taxminan 30 foizga kamayishi qayd etilgan. Muzliklar dinamikasi havzaning uzoq muddatli gidrologik o'zgarishlarini tavsiflovchi ko'rsatkich sifatida, kuchli yog'ingarchilik esa sel shakllanishiga bevosita ta'sir etuvchi omil sifatida baholangan.



#### **5-rasm. Hisor muzligi maydonining 1993-2024-yillar davomida o'zgarishi**

Google Earth Engine muhitida CHIRPS ma'lumotlari asosida 2020-2024-yillar uchun yillik yog'ingarchilik xaritalari yaratilgan (6-rasm). Yillik yog'in miqdori 2020-yilda 65-906 mm, 2021-yilda 30-667 mm, 2022-yilda 59-1077 mm, 2023-yilda 51-738 mm va 2024-yilda 58-1040 mm oralig'ida o'zgargan. Yog'inning yuqori qiymatlari tog'li va tog'oldi hududlarda, past qiymatlari esa tekisliklarda kuzatilgan. Ushbu taqsimot havzada yog'ingarchilikning relyef bilan bog'liqligini ko'rsatgan.

CHIRPS natijalari meteorologik stansiya kuzatuvlari bilan taqqoslanib, determinatsiya koeffitsienti  $R^2=0,87-0,91$  ni tashkil etgan. Stansiyalar kesimida tafovut Boysunda -38 mm, Denovda -12 mm, Sherobodda +22 mm, Sho‘rchida +10 mm va Termizda +28 mm bo‘lgan (1-jadval). Natijalar CHIRPS ma’lumotlarini yog‘inlarning fazoviy taqsimotini baholashda qo‘llashni asoslagan. Sel faolligini talqin qilishda yillik yog‘in bilan birga qisqa muddatli yog‘in jadalligi, davomiyligi va tuproqning oldingi namlanish holati hisobga olingan.



#### **6-rasm. Surxondaryo daryosi havzasining CHIRPS ma’lumotlari asosida yaratilgan yog‘ingarchilik xaritalari (2020-2024-yillar)**

2024-yil aprel-may oylariga tegishli Sentinel-1 tasvirlarini taqqoslash orqali Surxondaryo daryosi vodiysi va Janubiy Surxon suv ombori atrofidagi suv qoplamasi o‘zgarishlari aniqlangan (7-rasm).  $\Delta\sigma < -5$  dB mezonida ajratilgan maydonlar sel hodisalari inventari, daryo tarmoqlari va pastqam relyef zonalari bilan solishtirilgan. Natijalar hodisadan keyingi suv bilan bog‘liq sirt o‘zgarishlarini xaritalash uchun qo‘llanilgan.

Ushbu jarayonni avtomatlashtirish maqsadida Google Earth Engine muhitida “Selqidir” platformasi ishlab chiqilgan. Platformada hudud va hodisa sanasi tanlangach, mavjud Sentinel-1 tasvirlari aniqlanadi, hodisadan oldingi va keyingi radar qiymatlari taqqoslanadi hamda suv qoplamasi o‘zgarishlari xaritada aks

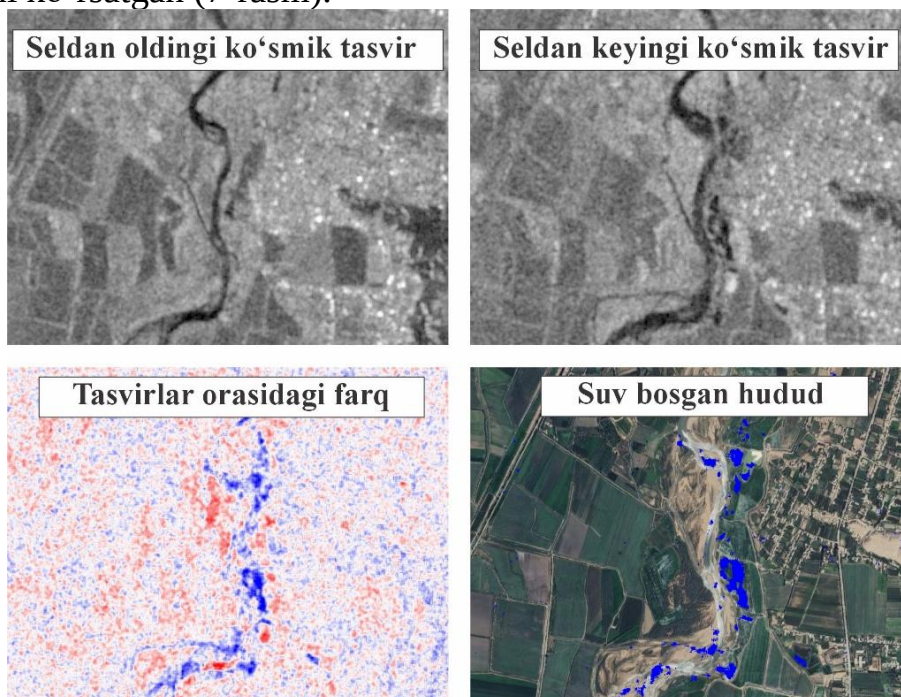
ettiriladi. Bu tasvirlarni izlash, qayta ishlash va natijalarni taqdim etish bosqichlarini yagona muhitda bajarish imkonini bergan.

1-jadval

**Gidrometeorologik stansiyalar va masofadan zondlash ma'lumotlari  
ko'rsatkichlarining taqqoslanishi**

| Gidrometeorologik stansiya nomi | Stansiya ko'rsatkichi (mm/yil) | CHIRPS ko'rsatkichi (mm/yil) | Farqi |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------|
| Boysun                          | 790                            | 752                          | -38   |
| Denov                           | 740                            | 728                          | -12   |
| Sherobod                        | 460                            | 482                          | 22    |
| Sho'rchi                        | 680                            | 690                          | 10    |
| Termiz                          | 430                            | 458                          | 28    |

SAR ma'lumotlari asosida suv bosgan hududlarni aniqlashning amaliy natijalari 7-rasmda keltirilgan. Mazkur rasmda seldan oldingi va seldan keyingi radar tasvirlari o'zaro solishtirilib, farq rastri orqali radar qaytish signalining pasaygan zonalar aniqlangan. Natijada suv bilan qoplangan hududlar boshqa yer turlaridan aniq ajratilgan. Chegaraviy qiymatlash usuli asosida  $\Delta\sigma < -5$  dB bo'lgan maydonlar suv bosgan hudud sifatida klassifikatsiya qilingan. Tahlil natijalari Surxondaryo daryosi vodiysi hamda Janubiy Surxon suv ombori atrofida suv tarqalishi kuchaygan qismlarni ravshan ko'rsatgan. Soxta rangli kompozit tasvirlar tahlili ham ushbu jarayonni tasdiqlab, seldan oldin o'simlik bilan qoplangan maydonlar yashil, seldan keyin suv ostida qolgan zonalar esa to'q ko'k ranglarda aks etganini ko'rsatgan (7-rasm).

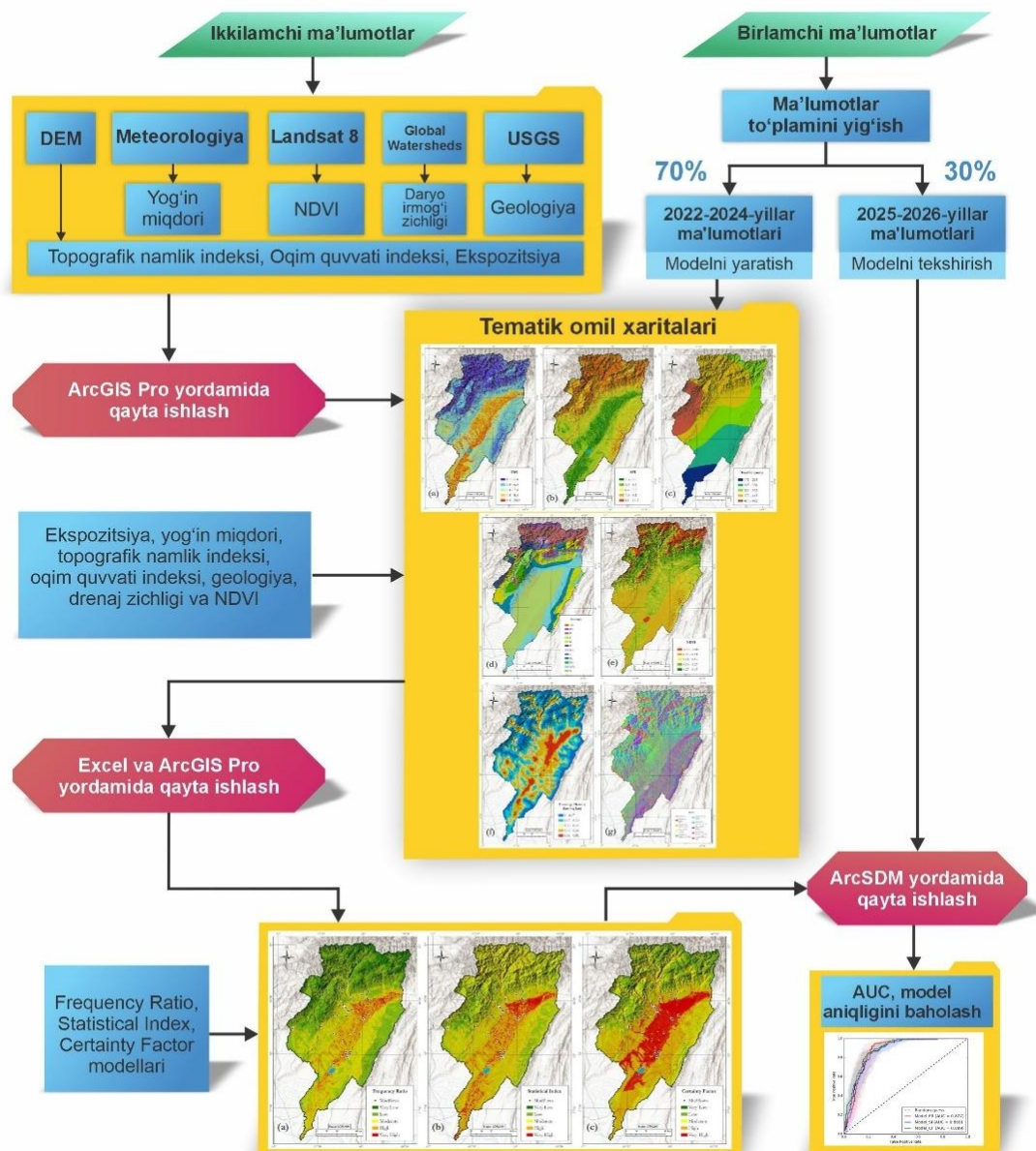


**7-rasm. Radar suratlari yordamida suv bosgan hududni aniqlash**

Seysmik sharoitlar hududning tabiiy xavflarini tavsiflovchi qo'shimcha omil sifatida o'rganilgan. 1896-2023-yillarda viloyatda 422 ta zilzila qayd etilgan. To'palang suv ombori dambasida InSAR monitoringi orqali ayrim nuqtalardagi

deformatsiyalar, jumladan, bir kuzatuv nuqtasida -164,32 mm vertikal siljish aniqlangan. Ushbu natijalar lokal deformatsiyalarni muntazam kuzatish zaruratini ko'rsatgan.

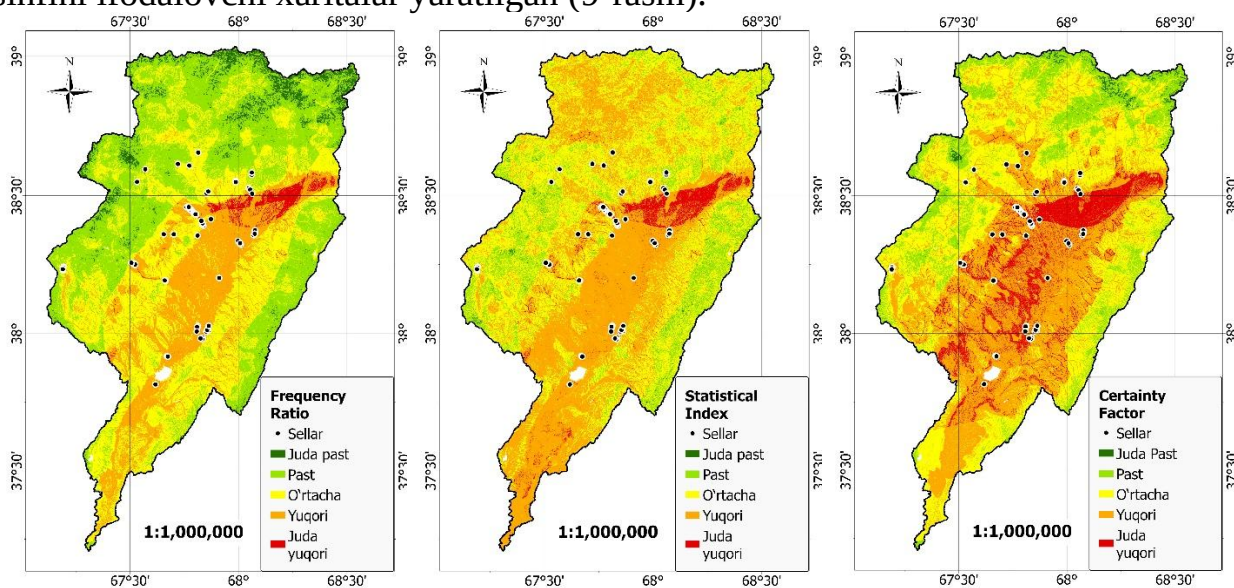
Dissertatsiyaning **“Sel xavfini monitoring qilishni modellashtirish va geoportal yaratish asosida takomillashtirish”** deb nomlangan to'rtinchi bobida selga moyillikni statistik modellashtirish, natijalarni mustaqil tekshirish, xavfli hududlarni baholash va monitoring geoportalini yaratish masalalari yoritilgan.



**8-rasm. Statistik modellarga asoslangan sel xavfi xaritalarini tuzishning texnologik sxemasi**

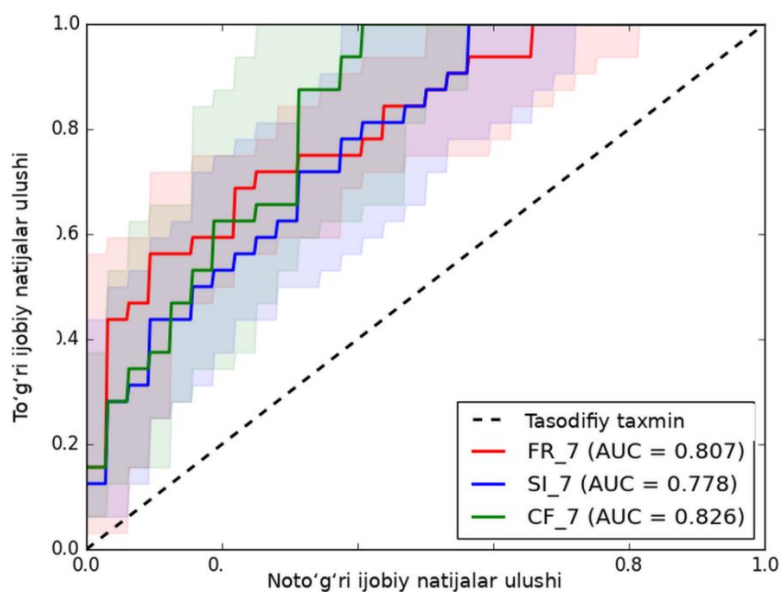
2022-2024-yillarda qayd etilgan 131 ta sel nuqtasi asosida geofazoviy ma'lumotlar bazasi shakllantirilgan. Modellashtirish uchun topografik namlik indeksi (TWI), oqim quvvati indeksi (SPI), yog'ingarchilik, gidrografik tarmoq zichligi, geologik tuzilish, NDVI va qiyalik ekspozitsiyasidan iborat yettita omil tanlangan. Qatlamlar 30×30 m fazoviy o'lchamda WGS 1984 UTM Zone 42N koordinata tizimiga keltirilgan (8-rasm).

FR, SI va CF modellari yordamida omillar sinflari bilan sel hodisalarining fazoviy-statistik bog‘liqliklari baholangan. TWI, yog‘ingarchilik, gidrografik tarmoq zichligi va geologik tuzilish selga moyillikning hududiy taqsimlanishida muhim omillar sifatida ajralib chiqqan. Har bir model bo‘yicha beshta moyillik sinfini ifodalovchi xaritalar yaratilgan (9-rasm).

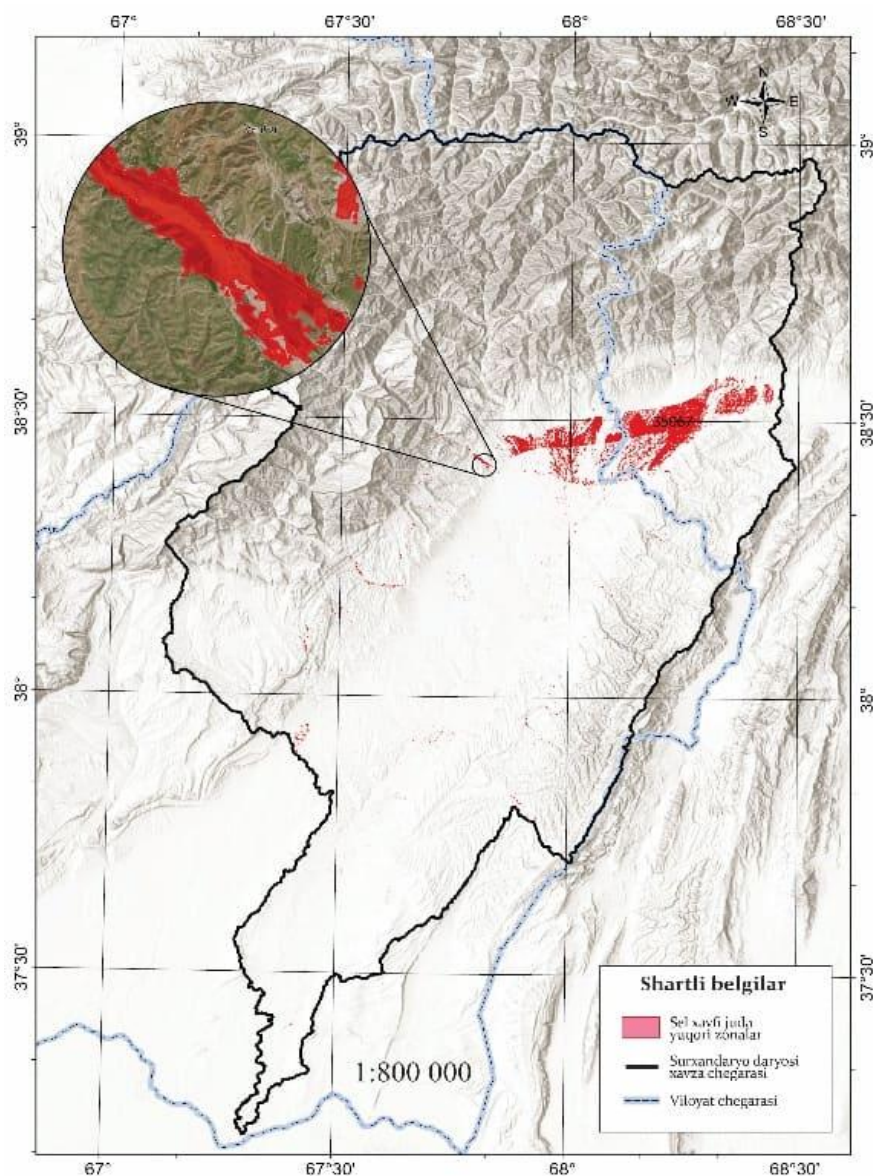
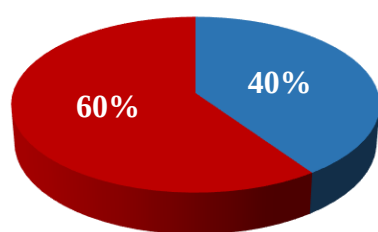


**9-rasm. Statistik modellar asosida tuzilgan hududlarning selga moyillik xaritalari**

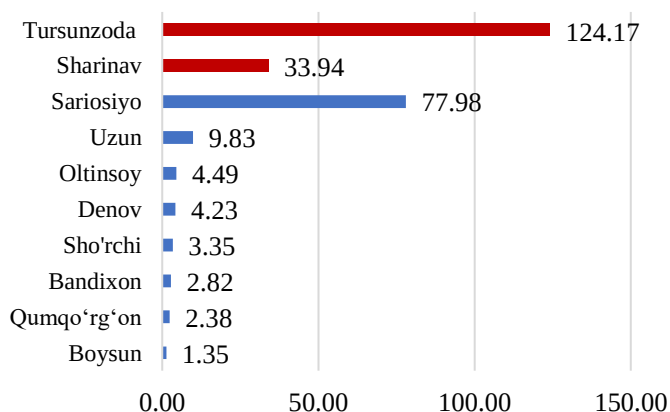
Modellarning bashorat qobiliyati ularni yaratishda foydalanilmagan, 2025-yilda hamda 2026-yilning 30-iyunigacha qayd etilgan 32 ta yangi sel hodisasi asosida mustaqil ROC/AUC tahlili orqali tekshirilgan. Natijada CF modeli  $AUC=0,826$ , FR modeli  $AUC=0,807$  va SI modeli  $AUC=0,778$  qiymatlarini ko‘rsatgan (10-rasm). CF modeli eng yuqori AUC qiymatini qayd etgan. Hududiy tahlil uchun FR modeli tanlangan, chunki uning xavf zonalarida dala kuzatuvlarida aniqlangan sel hodisalari va xavfli uchastkalarining joylashuviga yaxshiroq mos kelgan.



**10-rasm. Modellar aniqligini baholash (ROC/AUC tahlili)**



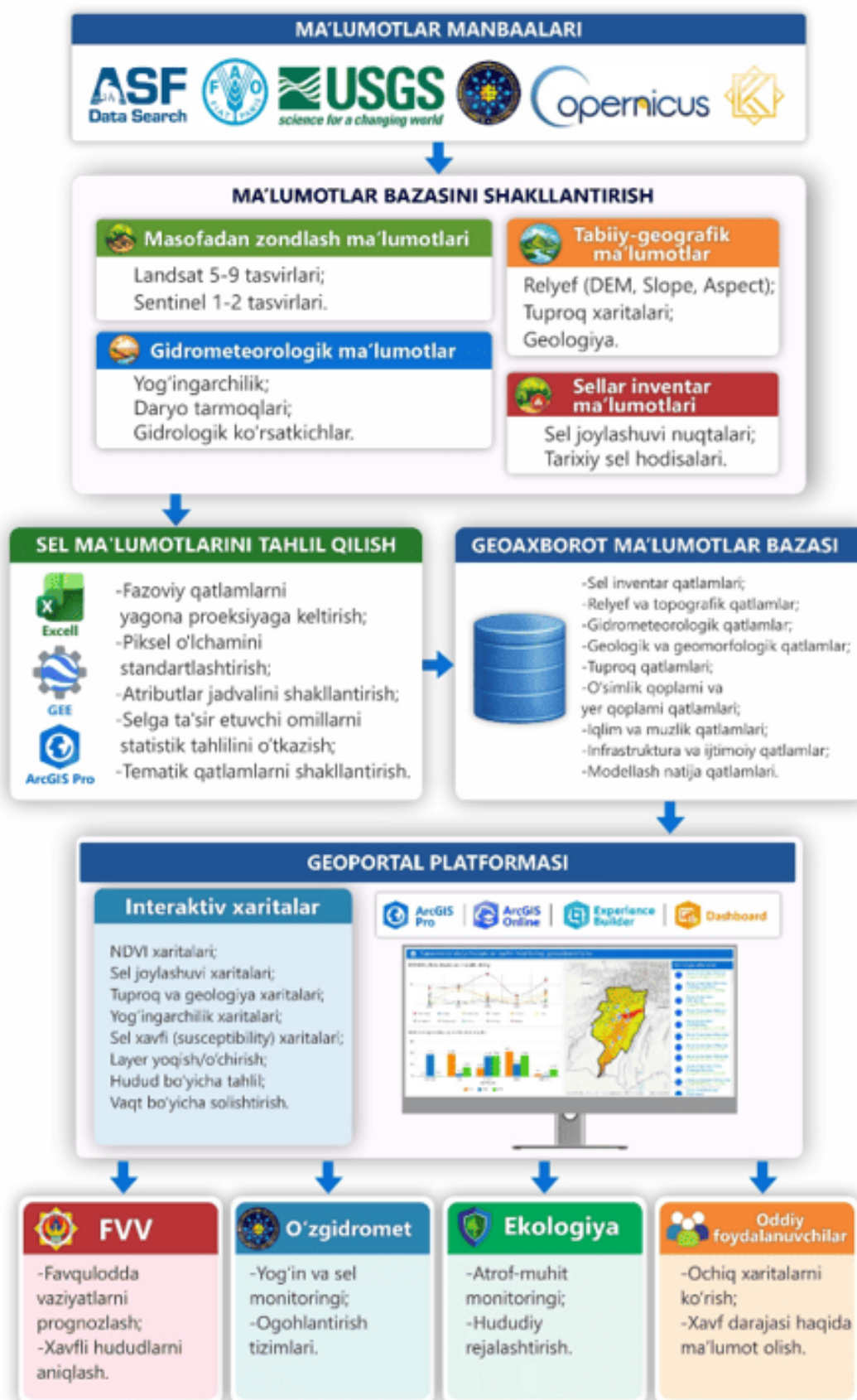
■ O'zbekiston ■ Tojikiston



### 11-rasm. Sel xavfi eng yuqori bo'lgan hududlarning taqsimoti (km²)

FR modeli bo'yicha eng past moyillikdagi hududlar 619,96 km², past moyillikdagi hududlar 5043,23 km², o'rtacha moyillikdagi hududlar 4621 km², yuqori moyillikdagi hududlar 2849,90 km² va eng yuqori moyillikdagi hududlar 265,17 km² ni tashkil etgan. Eng yuqori moyillikdagi maydonlarning 158,12 km² yoki qariyb 60 foizi Tojikiston, 107,05 km² yoki qariyb 40 foizi O'zbekiston

hududiga to'g'ri kelgan. Eng katta maydonlar Tursunzoda tumanida 124,17 km<sup>2</sup> va Sariosiyo tumanida 77,98 km<sup>2</sup> bo'lgan (11-rasm).



12-rasm. Sel xavfini monitoring qiluvchi geoaxborot tizimi umumiy arxitekturası

Yer qoplami bilan solishtirish natijasida eng yuqori moyillikdagi hududlarning 163,05 km<sup>2</sup> qismi ekin yerlari, 82,42 km<sup>2</sup> qismi aholi yashash maydonlariga to'g'ri kelishi aniqlangan. Ushbu natijalar aholi punktlari va qishloq xo'jaligi yerlarini muhofaza qilish, evakuatsiya yo'nalishlarini belgilash hamda daryo va soy o'zanlarida muhandislik tekshiruvlarini ustuvor tashkil etish uchun asos bo'lgan.

Selga moyillik xaritalari ArcGIS Online platformasiga joylashtirilib, ArcGIS Dashboard asosida interaktiv monitoring geoportali yaratilgan (12-rasm). Tizim ma'lumotlarni yig'ish, fazoviy tahlil va modellashtirish hamda natijalarni foydalanuvchiga taqdim etish bosqichlarini birlashtirgan. Geoportalda sel hodisalari inventari, tabiiy-geografik omillar va natijaviy xaritalarni birgalikda ko'rish, hududlar bo'yicha taqqoslash hamda yangi kuzatuvlar asosida yangilash imkoniyati yaratilgan. Natijada selga moyil hududlarni baholash va hodisadan keyingi suv qoplamasi o'zgarishlarini kuzatish yagona veb-geoaxborot muhitiga integratsiya qilingan.

Natijada, sel xavfini monitoring qiluvchi geoaxborot tizimining umumiy arxitekturasi ma'lumotlarni yig'ish va shakllantirish, fazoviy tahlil va modellashtirish hamda natijalarni vizualizatsiya qilish bosqichlarini yagona tizimga birlashtirish imkonini berdi. Ushbu arxitektura orqali turli manbalardan olingan geofazoviy ma'lumotlarni muntazam yangilash, sel xavfiga ta'sir etuvchi omillarni kompleks tahlil qilish, xavf darajalarini aniqlash va sel xavfi xaritalarini shakllantirish imkoniyati yaratildi. Olingan natijalarni veb-geoaxborot muhitida interaktiv ko'rinishda taqdim etish esa xavfli hududlar haqidagi ma'lumotlardan tezkor foydalanish, monitoring natijalarini tegishli tashkilotlarga yetkazish hamda sel xavfini kamaytirishga qaratilgan ilmiy asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini beradi.

## **XULOSALAR**

1. Surxondaryo viloyatida sel hodisalari faolligi oshgani aniqlandi. 2018-2024-yillarda jami 268 ta sel qayd etilib, eng ko'p hodisa 2022-yilda 78 ta va 2024-yilda 62 ta kuzatildi. Sellar asosan bahorda, ayniqsa aprel-may oylarida faollashgan. Hodisalar sonining ortishiga iqlimiy omillar bilan birga kuzatuv va ro'yxatga olish tizimlarining takomillashuvi ham ta'sir qilishi mumkinligi hisobga olindi.

2. Hisor tog'lari muzliklarining qisqarishi va Surxondaryo havzasining gidrologik rejimidagi o'zgarishlar aniqlandi. 1993-2024-yillarda muzlik maydoni 140 km<sup>2</sup> dan 55 km<sup>2</sup> gacha, ya'ni qariyb 60% ga kamaygan, havo harorati 1,5-2,0 °C ga oshgan va yozgi suv sarfi taxminan 30% ga kamaygan. Bu natijalar muzliklar dinamikasidan havzaning uzoq muddatli gidrologik holatini baholashda foydalanish mumkinligini ko'rsatdi.

3. Hidrometeorologik stansiyalar va CHIRPS ma'lumotlari asosida yog'in monitoringining ishonchliligi baholandi. CHIRPS bo'yicha yillik yog'in 458-790 mm, stansiyalarda 430-790 mm bo'lib,  $R^2=0,87-0,91$  va  $MBE=6,5\%$  ni tashkil etdi. Natijalar CHIRPS ma'lumotlaridan havzadagi yog'inlarning fazoviy taqsimlanishini baholashda foydalanish mumkinligini ko'rsatdi.

4. Sentinel-1 SAR tasvirlari asosida hodisadan keyingi suv qoplamasi o'zgarishlarini aniqlash va xaritalash algoritmi ishlab chiqildi. Hodisadan oldingi va keyingi radar teskari sochilish qiymatlari taqqoslanib,  $\Delta\sigma < -5$  dB Surxondaryo havzasi uchun ishchi chegara sifatida tanlandi. Ushbu usul sel oqimining to'liq chegarasini emas, hodisadan keyin suv bilan qoplangan va namligi o'zgargan hududlarni tezkor aniqlashga xizmat qiladi.

5. Surxondaryo daryosi havzasida selga moyillikni baholash uchun 2022-2024-yillarda qayd etilgan 131 ta sel nuqtasi asosida geofazoviy ma'lumotlar bazasi yaratildi. TWI, SPI, yog'ingarchilik, gidrografik tarmoq zichligi, geologik tuzilish, NDVI va qiyalik ekspozitsiyasidan iborat 7 ta omil  $30 \times 30$  m fazoviy aniqlikda yagona koordinata tizimiga keltirildi.

6. FR, SI va CF modellari yordamida sel hodisalari bilan ularga ta'sir etuvchi omillar sinflari o'rtasidagi fazoviy-statistik bog'liqliklar baholandi. Natijada har bir model bo'yicha hudud juda past, past, o'rta, yuqori va juda yuqori selga moyillik sinflariga ajratilib, tegishli xaritalar yaratildi.

7. 2022-2024-yillardagi 131 ta sel nuqtasi asosida yaratilgan selga moyillik xaritalari 2025-yil va 2026-yil 30-iyungacha qayd etilgan 32 ta yangi sel hodisasi bilan mustaqil ROC/AUC tahlilida tekshirildi. Natijada CF modeli  $AUC=0,826$ , FR modeli  $AUC=0,807$  va SI modeli  $AUC=0,778$  qiymatlarini ko'rsatdi. Eng yuqori natija CF modelida qayd etildi.

8. FR modeli asosida tadqiqot hududi 5 ta selga moyillik sinfiga ajratildi. Juda yuqori moyillikdagi maydon  $265,17 \text{ km}^2$  bo'lib, uning  $158,12 \text{ km}^2$  yoki 60 foizi Tojikiston,  $107,05 \text{ km}^2$  yoki 40 foizi O'zbekiston hududiga to'g'ri keldi. Eng katta maydon Tursunzodada  $124,17 \text{ km}^2$  va Sariosiyoda  $77,98 \text{ km}^2$  ni tashkil etdi. Ushbu hududlarning  $163,05 \text{ km}^2$  qismi ekin yerlari,  $82,42 \text{ km}^2$  qismi aholi yashash zonalariga to'g'ri keldi.

9. Selga moyillik xaritalari asosida himoya choralarini ustuvor rejalashtirish zarur bo'lgan hududlar ajratildi. Yuqori va juda yuqori moyillik zonalaridagi aholi punktlari va xo'jalik obyektlari uchun evakuatsiya yo'nalishlari, mahalliy ogohlantirish sxemalari hamda daryo va soy o'zanlarida muhandislik tekshiruvlarini tashkil etish tavsiya etildi. Himoya inshootlarining turi va joylashuvi dala tadqiqotlari hamda gidrologik-gidravlik hisoblar asosida aniqlanishi lozim.

10. Tadqiqot natijalari asosida Surxondaryo havzasining tog' va tog'oldi hududlarida GAT va masofadan zondlash ma'lumotlariga tayangan selga moyillikni baholash va monitoring qilish uslubi takomillashtirildi. FR, SI va CF xaritalari ArcGIS Online geoportaliga joylashtirilib, ArcGIS Dashboard asosida interaktiv monitoring interfeysi yaratildi. Geoportal yangi sel hodisalari va geofazoviy ma'lumotlar bilan muntazam yangilanadigan qilib tashkil etildi hamda tegishli hududiy tashkilotlarga amaliy foydalanish uchun tavsiya etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
PhD.03/30.12.2019.Т.10.08 ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ “ТАШКЕНТСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА”**

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
“ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА”**

**ХАМИДУЛЛАЕВ ШОХЖАХОН ШУХРАТОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ МОНИТОРИНГА РИСКА  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕЛЕЙ В ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ  
ТЕРРИТОРИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ГИС**

**11.00.07 - Геоинформатика**

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

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Академии наук Республики Узбекистан за номером В2025.3.PhD/T6066.**

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

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу ([www.tiiame.uz](http://www.tiiame.uz)), и на информационно-образовательном портале Ziyonet по адресу ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Ойматов Рустам Камариддинович**

доктор технических наук (DSc), доцент

**Официальные оппоненты:**

**Дергачёва Ирина Викторовна**

доктор географических наук (DSc), старший научный сотрудник

**Махсудов Бобомурод Юлдошович**

доктор философии (PhD) по техническим наукам, доцент

**Ведущая организация:**

**Термезский государственный университет**

Защита диссертации состоится \_\_\_\_\_ 2026 года в 13<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета по присуждению учёных степеней PhD.03/30.12.2019.T.10.08 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства». (Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары-Ниязий, 39. Тел.: (99871) 237-09-71, Факс: (99871) 237-54-79, e-mail: [admin@tiiame.uz](mailto:admin@tiiame.uz).)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрационный № \_\_\_\_\_). Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары-Ниязий, 39. Тел.: (99871) 237-19-45.

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2026 года.  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» 2026 года).

**Ш.С.Шокиров**

Председатель научного совета  
по присуждению учёных  
степеней, д.т.н., профессор

**С.Н.Абдурахмонов**

Ученый секретарь научного совета  
по присуждению учёных  
степеней, д.т.н., доцент

**Э.Ю.Сафаров**

Председатель научного семинара при  
Научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире в результате глобального изменения климата, ускоренного таяния ледников, нерационального использования земельных ресурсов, сокращения лесных площадей, расширения нерегулируемой застройки и усиления антропогенной нагрузки возрастают частота и интенсивность природных бедствий, в частности селевых явлений. Согласно данным международной базы чрезвычайных событий EM-DAT Центра исследований эпидемиологии катастроф (CRED), в 2000-2024 годах в мире зарегистрировано 472 крупных селевых события, в результате которых погибло более 20 тыс. человек, пострадало около 9 млн человек, а экономический ущерб составил 7 млрд долларов США<sup>3</sup>. Особое внимание уделяется снижению негативного воздействия мощных селевых потоков в горных и предгорных районах на окружающую среду, населённые пункты, транспортные пути, энергетические сети и системы коммуникаций. В настоящее время в развитых странах широко рассматриваются возможности применения технологий дистанционного зондирования и географических информационных систем (ГИС) для выявления, оценки, прогнозирования и мониторинга селевой опасности.

Развитие научно-практических исследований, направленных на наблюдение и анализ селевых явлений, а также снижение их негативных последствий, относится к числу приоритетных задач. В США, Японии, Германии и Китае внедряются системы выявления и мониторинга селевой опасности, основанные на спутниковых данных, дистанционном зондировании и ГИС-технологиях. Международные организации, включая ООН, ЮНЕСКО и Всемирный банк, реализуют проекты по управлению селевыми рисками, созданию цифровых карт, разработке систем раннего оповещения населения и снижению последствий природных бедствий. В этих условиях оценка селевой опасности на основе дистанционного зондирования и ГИС, выявление опасных территорий, организация мониторинга и совершенствование соответствующих методических подходов приобретают важное значение.

В Республике Узбекистан возрастает необходимость проведения научных исследований по заблаговременному выявлению селей, их наблюдению с использованием дистанционного зондирования и ГИС, а также разработке мер по снижению ущерба. Особенно актуальны такие исследования для густонаселённых горных и предгорных районов Ферганской долины, Сурхандарьинской, Кашкадарьинской, Ташкентской, Джизакской и Самаркандской областей, характеризующихся сложным рельефом, высокой изменчивостью климатических условий и развитым сельским хозяйством.

Закон Республики Узбекистан от 17 августа 2022 года № ЗРУ-790 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определяет правовые основы защиты от

---

<sup>3</sup> EM-DAT Центра исследований эпидемиологии катастроф (CRED) (<https://data.humdata.org/dataset/74163686-a029-4e27-8fbf-c5bfcd13f953/resource/c5ce40d6-07b1-4f36-955a-d6196436ff6b/download>)

чрезвычайных ситуаций, возникающих вследствие природных бедствий, включая сели. Закон Республики Узбекистан от 12 января 2022 года № ЗРУ-745 «О гидрометеорологической деятельности» регулирует вопросы наблюдения за гидрометеорологическими процессами и информационного обеспечения, в том числе в связи с селевыми явлениями. Результаты диссертационного исследования в определённой степени способствуют реализации задач, предусмотренных постановлениями Президента Республики Узбекистан от 20 октября 2025 года № ПП-310 «Об организационных мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности органов по чрезвычайным ситуациям» и от 23 ноября 2022 года № ПП-429 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию космической отрасли», постановлениями Кабинета Министров от 29 апреля 2023 года № 171 «О мерах по эффективной организации деятельности Государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан» и от 11 августа 2023 года № 361 «О разработке автоматизированной системы оповещения об угрозе возникновения или возникновении чрезвычайной ситуации, а также организации её эффективного использования», а также другими нормативно-правовыми актами.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Исследование выполнено в рамках приоритетных направлений развития науки и технологий Республики Узбекистан: IV. «Информатизация и развитие информационно-коммуникационных технологий» и V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Анализ научной литературы показывает, что за рубежом проведены обширные исследования по использованию дистанционного зондирования и ГИС-технологий для выявления, оценки и мониторинга селевой опасности. S. Wild, Liang, Häusler, F. Wang, Zhou, Shahgedanova, Vallance, Hutchinson, Huang, T. Chepurna, R. Macarthur, D. Hamilton, V. Perov, I. Seinova, V. Tevzadze, L. Vallejo, K. Arai, A. Basuki, S. Gevorgyan и другие учёные разработали методические подходы к мониторингу селевых процессов, выявлению опасных территорий, пространственной оценке и цифровому картографированию.

В Узбекистане исследования селевых процессов развивались в два этапа. На первом этапе С.М. Флейшман, М.А. Великанов, Х.А. Исмаилов, Г.Н. Трофимов, В.Е. Чуб, В.А. Кудишкин, И.В. Кирилук, А.Х. Туляганов, Ф.К. Кочерга, А.Ф. Шахидов, Ю.М. Денисов, Д.Х. Салихова, А.А. Ни, Р.Г. Вафин, В.П. Пушкаренко, П.М. Карпов, А.Ю. Умаров, Ш.К. Ходжаев, М.Л. Арушанов, Ф. Гаппаров и другие учёные изучали гидрологические и геоморфологические особенности селевых процессов, вопросы их прогнозирования, районирования и инженерной оценки.

На следующем этапе С.В. Мягков, С.И. Климов, Б.Д. Салимова, Ю.А. Плотницкая, М.К. Жулиев, С.С. Мягков, И.В. Дергачёва, Г. Мамаджанова, А. Исакова и другие исследователи проводили работы по оценке, картографированию и моделированию селевой и геологической

опасности с использованием ГИС, дистанционного зондирования, пространственно-статистического анализа и машинного обучения. Существенный вклад в развитие картографии и геоинформатики в Узбекистане внесли также научные труды Т.М. Мирзалиева, Э.Ю. Сафарова, И.М. Мусаева, Ш.С. Шокирова, С.Н. Абдурахмонова, Р.К. Ойматова и других учёных.

Анализ научной литературы показал, что вопросы интеграции спутниковых данных, ГИС и статистических моделей при оценке и мониторинге селевой опасности в горных и предгорных районах Сурхандарьинской области изучены недостаточно. В связи с этим требуется совершенствование методов комплексной оценки факторов селеобразования, оперативного выявления последствий селевых явлений и мониторинга результатов в единой геоинформационной среде.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами учреждения.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» в рамках международного совместного прикладного проекта «AL-8424012339 - Климатически адаптированное сельское хозяйство: интеграция данных дистанционного зондирования, метеорологических данных и методов Geo-AI», реализуемого в 2025-2026 гг., а также проекта «Совершенствование методики картографирования экологического состояния орошаемых сельскохозяйственных земель» (регистрационный № 1.13, 2023-2025 гг.).

**Цель исследования** заключается в совершенствовании методики мониторинга селевой опасности в горных и предгорных районах Сурхандарьинской области с использованием ГИС и технологий дистанционного зондирования.

**Задачи исследования:**

- выявить основные природные и климатические факторы, влияющие на селевую опасность в горных и предгорных районах, и оценить их воздействие;
- сформировать базу пространственных данных о селевых явлениях и обуславливающих их факторах;
- разработать методы оперативного выявления территорий, затопленных вследствие селевых явлений, на основе данных дистанционного зондирования;
- выполнить оценку селевой опасности путём интеграции статистических моделей с ГИС и данными дистанционного зондирования, а также провести сравнительную оценку точности полученных результатов.

**Объектом исследования** является бассейн реки Сурхандарья в Сурхандарьинской области.

**Предмет исследования** составляет научно-практический механизм выявления, оценки и мониторинга селевой опасности на основе ГИС-программ, данных дистанционного зондирования, статистических моделей и веб-геоинформационных систем.

**Методы исследования.** В диссертации использованы методы полевых исследований, геоинформационные технологии и программные продукты ArcGIS Pro, QGIS и ArcSDM, язык JavaScript на платформе Google Earth Engine, язык программирования R в среде RStudio, статистические модели Frequency Ratio, Statistical Index и Certainty Factor, методы геопространственного и статистического анализа, геовизуализации и другие методы.

**Научная новизна исследования:**

-выявлены пространственные и статистические взаимосвязи между селевыми явлениями и обуславливающими их факторами в бассейне реки Сурхандарья, усовершенствована система комплексной оценки селевой опасности;

-разработана методика оперативного выявления изменений водного покрова после селевых явлений на основе анализа данных Sentinel-1 SAR на платформе Google Earth Engine;

-усовершенствована методика выявления селевой опасности путём интеграции данных ГИС и дистанционного зондирования со статистическими моделями Frequency Ratio, Statistical Index и Certainty Factor;

-разработан методический подход к интеграции результатов оценки селевой опасности и их мониторингу в единой веб-геоинформационной среде.

**Практические результаты исследования:**

-создана база геопространственных данных бассейна реки Сурхандарья, включающая сведения о местоположении и повторяемости селевых явлений, а также об основных природно-географических факторах, влияющих на их возникновение;

-на платформе Google Earth Engine разработана платформа «Selqidir», обеспечивающая выявление и картографическое отображение территорий, затронутых селевыми явлениями, на основе данных радиолокации с синтезированной апертурой (SAR);

-разработаны карты селевой опасности на основе статистических моделей FR (Frequency Ratio), SI (Statistical Index) и CF (Certainty Factor), с помощью которых выявлены селеопасные территории;

-с использованием ArcGIS Online создан геопортал визуализации и мониторинга селевой опасности.

**Достоверность результатов исследования** обеспечивается применением научно признанных методов, теоретической и практической проверкой полученных результатов, их сопоставлением с отечественным и зарубежным опытом и работами других исследователей, научной обоснованностью выводов, апробацией и положительной оценкой специалистов, обсуждением на республиканских и международных научно-практических конференциях, а также публикацией результатов в научных изданиях, признанных Высшей аттестационной комиссией.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость заключается в совершенствовании подходов к выявлению и оценке селевой опасности на основе ГИС и дистанционного

зондирования, оценке пространственных взаимосвязей основных факторов селевой опасности с применением статистических моделей и разработке методического подхода к её мониторингу.

Практическая значимость определяется возможностью использования разработанных карт селевой опасности, базы геопространственных данных и результатов мониторинга для выявления опасных территорий, подготовки к чрезвычайным ситуациям, защиты населения и хозяйственных объектов, а также принятия соответствующих управленческих решений.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов совершенствования методики мониторинга селевой опасности в горных и предгорных районах с использованием дистанционного зондирования и ГИС-технологий:

выявлены взаимосвязи между селевыми явлениями и природно-географическими факторами в бассейне реки Сурхандарьи, создана база геопространственных данных, охватывающая селевые события, их повторяемость и влияющие на них факторы. Метод оперативного выявления затопленных территорий после селевых явлений и веб-платформа «Selqidir» внедрены в деятельность экологических, гидрометеорологических служб и органов по чрезвычайным ситуациям Сурхандарьинской области (справка Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата от 18 июня 2026 года № 04-04/3-1-7262). В результате обеспечена возможность оперативного выявления затопленных площадей в условиях облачности и оценки масштабов экологического ущерба;

разработаны карты селевой опасности путём интеграции данных дистанционного зондирования и ГИС с моделями Frequency Ratio (FR), Statistical Index (SI) и Certainty Factor (CF), внедрённые в планирование природоохранных мероприятий (Акт внедрения Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата от 18 июня 2026 года № 04-04/3-1-7262). В результате данные карты использованы в качестве надёжного информационного источника для выявления селеопасных территорий, оценки уровня опасности и планирования защитных мероприятий;

создана интерактивная система интеграции результатов оценки селевой опасности и их мониторинга в единой веб-геоинформационной среде (Акт внедрения Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата от 18 июня 2026 года № 04-04/3-1-7262). В результате обеспечена возможность оперативной передачи карт селевой опасности и результатов мониторинга соответствующим организациям, планирования профилактических мероприятий и контроля экологической обстановки.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждены на двух международных и двух республиканских научно-практических конференциях.

**Публикации по результатам исследования.** По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 6 статей в журналах, признанных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, из которых

3 опубликованы в республиканских и 3 в зарубежных журналах. В материалах международных и республиканских научно-практических конференций опубликовано 4 работы, из них одна за рубежом.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объём диссертации составляет 120 страниц.

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во **введении** обоснованы актуальность и востребованность диссертационного исследования, определены его цель, задачи, объект и предмет. Показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты. Раскрыты достоверность, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения об их внедрении, опубликованных работах и структуре диссертации.

В **первой главе** диссертации «Научно-практические основы применения технологий дистанционного зондирования и ГИС при мониторинге природных бедствий» проанализированы научно-теоретические основы мониторинга опасных природных процессов и существующие исследовательские подходы. Из 358 научных работ, выявленных в базе Scopus по ключевому слову «mudflow» за 1928-2024 годы, для библиометрического анализа отобраны 346 публикаций, включая 239 статей, 82 материала конференций и 25 публикаций других типов. Наиболее высокая научная активность отмечена в 2011-2024 годах. По количеству публикаций лидировали США, Китай и Россия, по числу цитирований - Китай.

Изучено применение методов машинного обучения, статистических и многокритериальных методов при оценке селевой опасности. Установлено, что Random Forest использовался в 51 исследовании, SVM в 33, Logistic Regression в 23, Frequency Ratio в 22. Проанализированы возможности физических моделей при изучении движения селевых потоков и статистических моделей FR, SI и CF при количественной оценке влияния факторов и выделении территорий, подверженных селям. На основе проведённого анализа обоснована необходимость совершенствования методики оценки и мониторинга селевой опасности в бассейне реки Сурхандарья путём объединения дистанционного зондирования, ГИС и статистических моделей.

Во **второй главе** диссертации «Методические основы мониторинга природных бедствий на основе ГИС и данных дистанционного зондирования» рассмотрены природно географические, гидрологические и метеорологические условия территории исследования, пространственно-временное распределение селевых явлений и методические этапы их мониторинга. Проанализированы особенности рельефа, речной сети, режима атмосферных осадков и сезонного изменения стока, определяющие условия

формирования селевых процессов в горных и предгорных районах Сурхандарьинской области.

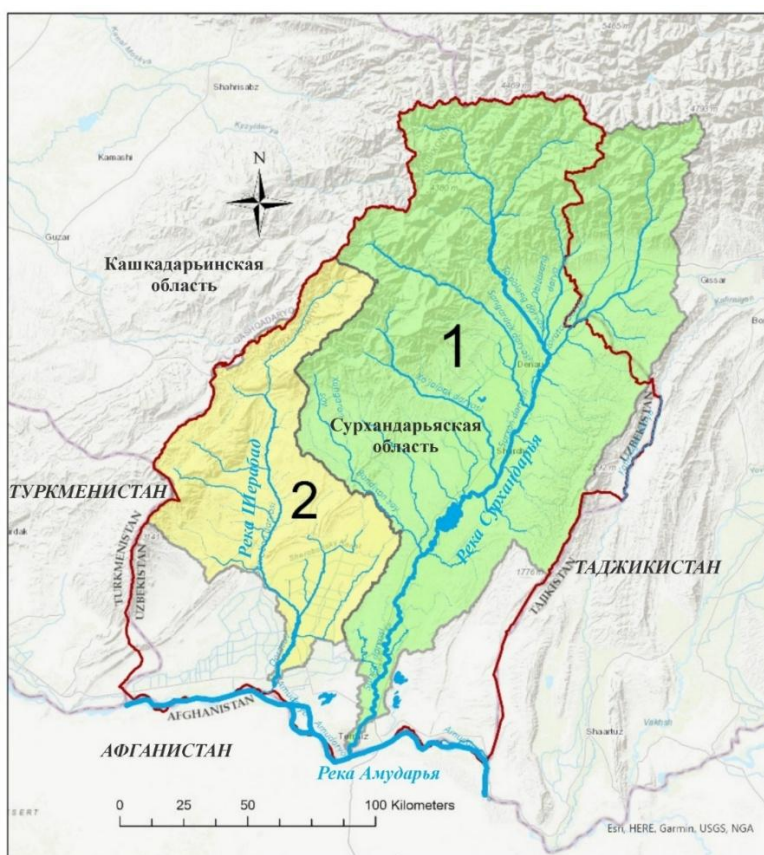


**Рис. 1. Речные бассейны области (1-Сурхандарья, 2-Шерабаддарья)**

Основными водными артериями области являются реки Сурхандарья и Шерабаддарья. Сурхандарья образуется при слиянии рек Каратагдарья и Тупалангдарья, истоки которых расположены в Гиссарской горной системе. Её питание обеспечивается преимущественно снеговыми, ледниковыми и дождевыми водами. Шерабаддарья формируется при слиянии рек Иргайли и Кызылсай и характеризуется преимущественно снегово-дождевым питанием. Различия в условиях питания, рельефе водосборов и распределении осадков обуславливают сезонную неравномерность речного стока. Расположение и границы указанных бассейнов представлены на карте речных бассейнов области (рис. 1).

Информационную основу исследования составили наблюдения метеорологических станций и гидрологических постов, сведения о зарегистрированных селевых событиях, материалы дистанционного зондирования и полевых исследований. Их совместный анализ позволил охарактеризовать условия селеобразования и сформировать исходную базу для последующей пространственной оценки селевой опасности. На этой основе определена последовательность сбора, систематизации и обработки данных в среде ГИС, подготовки тематических слоёв и разработки карт подверженности территорий селям.

В 2000-2025 годах в Узбекистане зарегистрировано 1463 селевых события. В частности, в 2012 году отмечено 134 события, в 2019 году 152, в

2021 году - 138, в 2022 году - 171, в 2024 году - 72. В 2025 году их количество составило 39, что на 77,3% меньше по сравнению с 2024 годом. В Сурхандарьинской области за рассматриваемый период зарегистрировано 374 селевых события. Из 570 событий, зафиксированных в стране в 2021-2025 годах, 217, или 38,1%, приходились на данную область. Полученные результаты обосновывают необходимость пространственной оценки селевой опасности и регулярного мониторинга в Сурхандарьинской области.

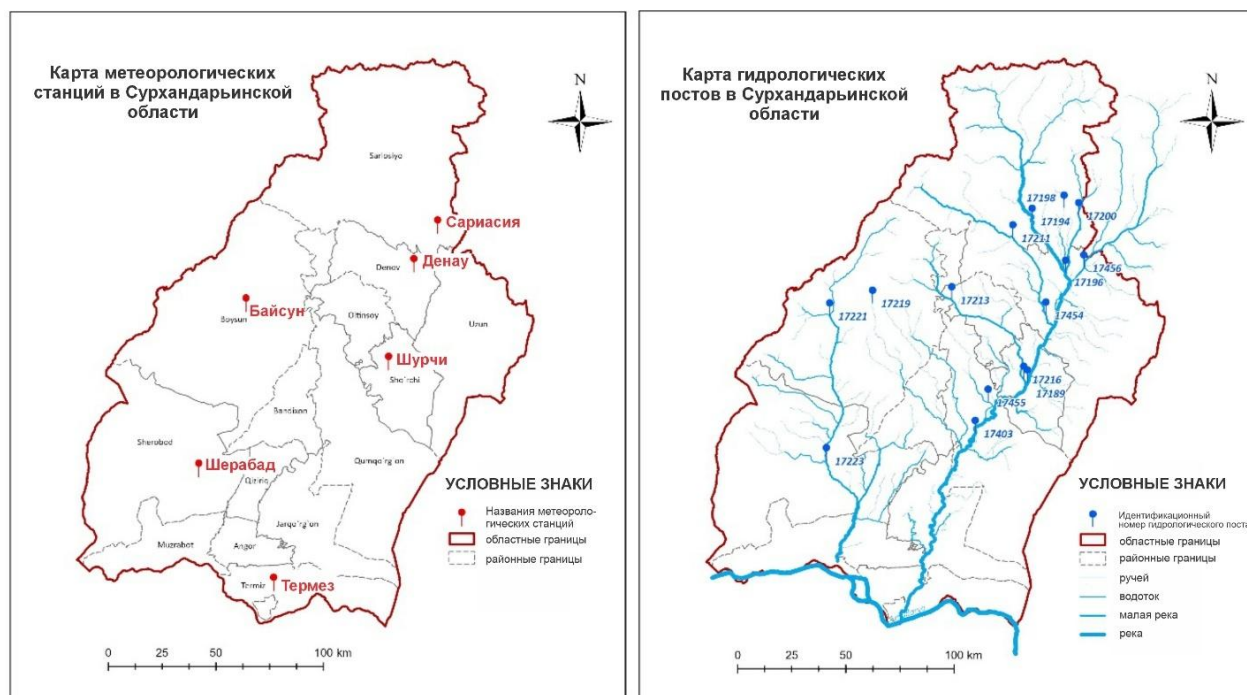


**Рис. 2. Размещение метеорологических станций и гидрологических постов Сурхандарьинской области**

Разработана система комплексной оценки, основанная на совместном анализе селевых явлений и природно географических факторов в бассейне реки Сурхандарьи (рис. 3). Система охватывает изучение природных условий, формирование реестра селевых событий, проведение полевых наблюдений, подготовку тематических слоёв и создание итоговых карт. Данные в среде ГИС приведены к единой системе координат и согласованному пространственному разрешению. Взаимосвязи между селевыми явлениями и факторами оценены с использованием моделей FR, SI и CF. Территория классифицирована по степени подверженности селям.

Информационную основу исследования составили наблюдения метеорологических станций и гидрологических постов, сведения о зарегистрированных селевых событиях, материалы дистанционного зондирования и полевых исследований. Их совместный анализ позволил охарактеризовать условия селеобразования и сформировать исходную базу для последующей пространственной оценки селевой опасности. На этой основе определена последовательность сбора, систематизации и обработки данных в среде ГИС, подготовки тематических слоёв и разработки карт подверженности территорий селям.

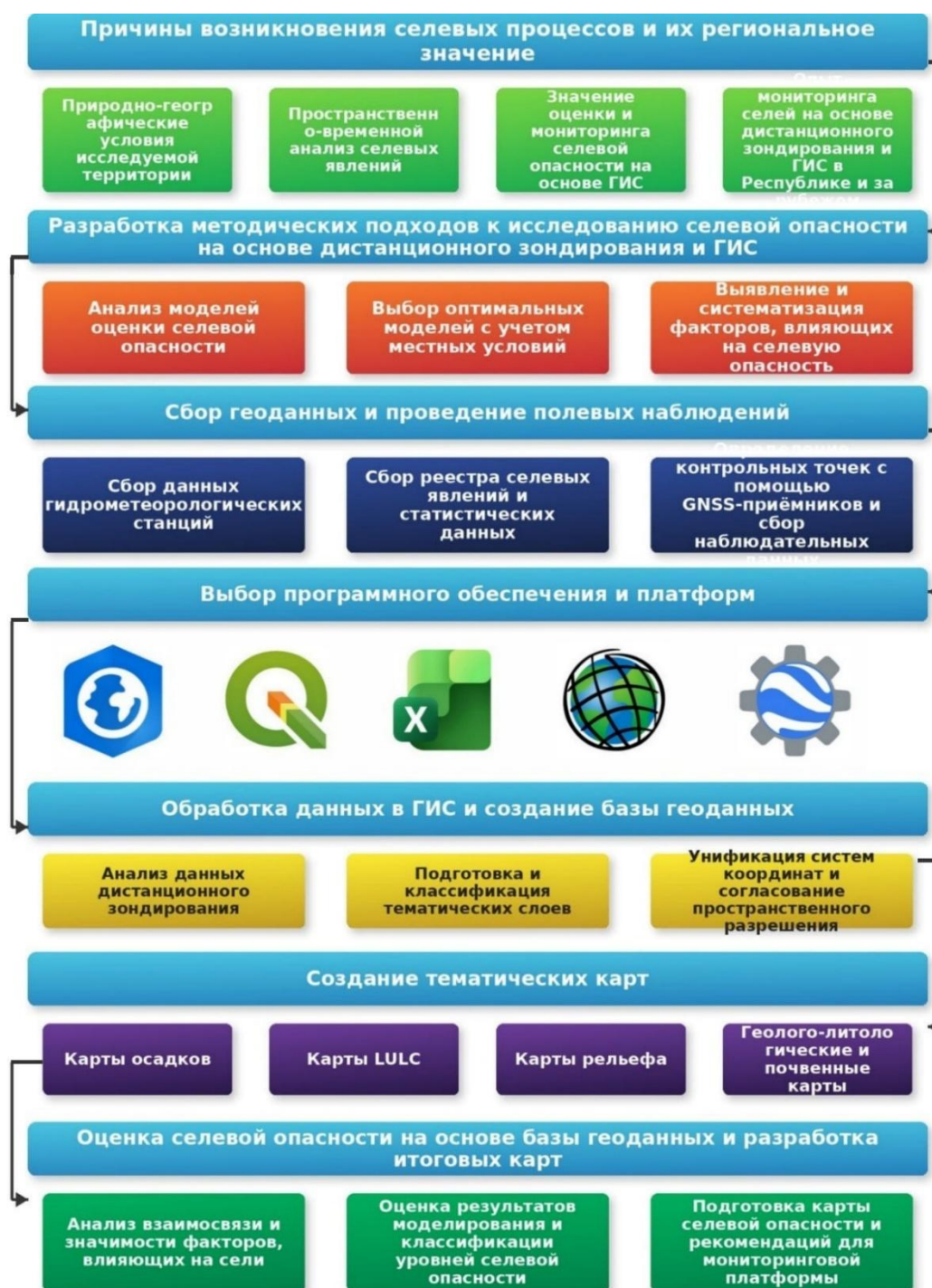


**Рис. 3. Система комплексной оценки селевой опасности в бассейне реки Сурхандарьи на основе данных о селевых явлениях и влияющих на них факторах**

Для выявления изменений водного покрова после события разработан метод обработки изображений Sentinel-1 SAR (рис. 4). На начальном этапе отобраны данные с одинаковой поляризацией и сопоставимыми условиями съёмки, сформированы композитные изображения за периоды до и после события. Путём вычитания значений изображения до события из значений изображения после события рассчитан разностный растр  $\Delta\sigma$ . По результатам сравнения пороговых значений в диапазоне от -3 до -7 дБ условие  $\Delta\sigma < -5$  дБ принято в качестве рабочего критерия для территории исследования и

рассматриваемого периода наблюдений. Связь выявленных участков водного покрова с селевым событием оценена с учётом его даты и местоположения, речной сети и рельефа.

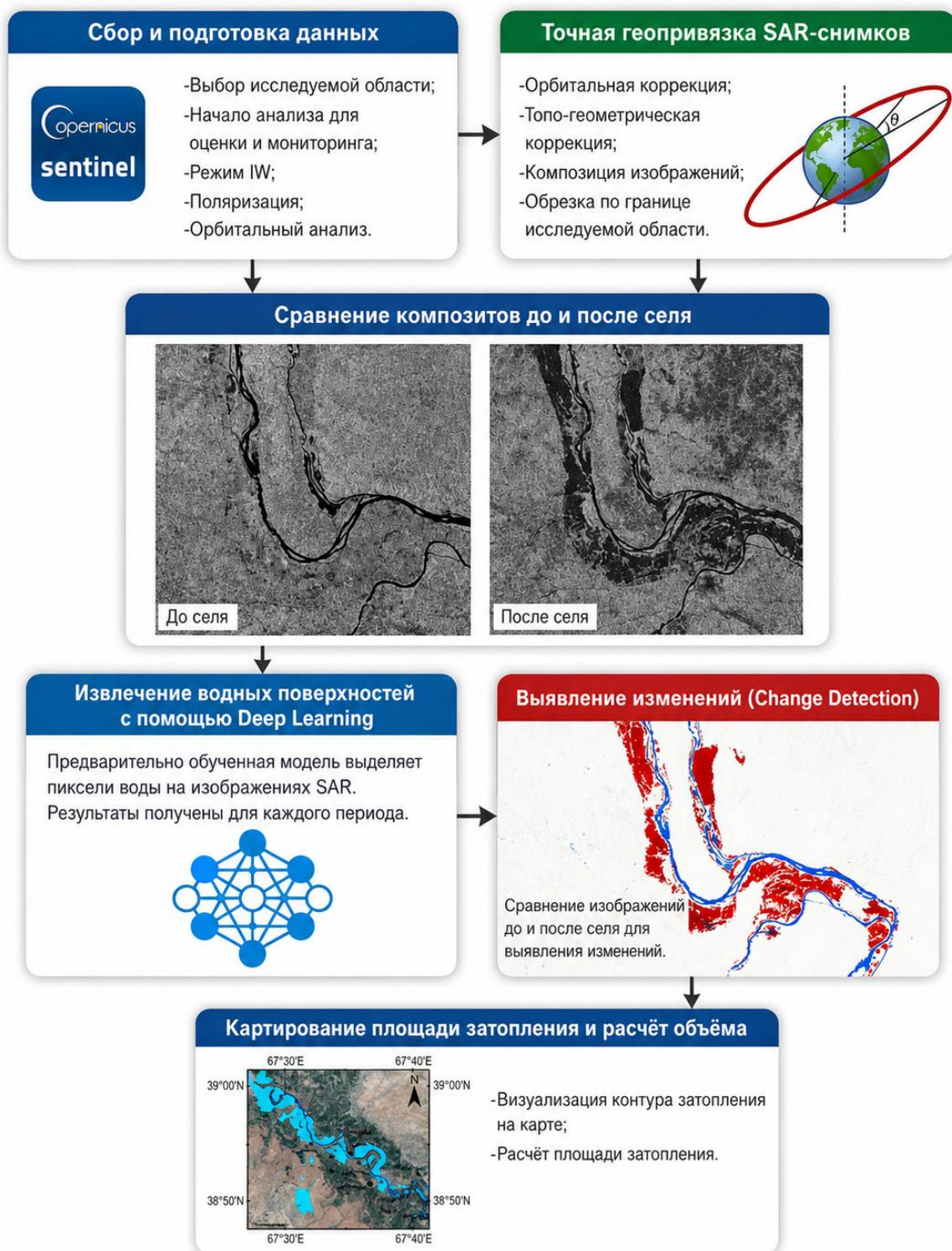


**Рис. 4. Технологическая схема методики выявления территорий, затронутых селевыми явлениями, на основе данных радиолокации с синтезированной апертурой (SAR)**

Технологическая схема последовательно отражает процесс оценки селевой опасности в бассейне реки Сурхандарьи. Сначала изучаются природно географические условия территории, пространственно-временное

распределение селевых явлений, отечественный и зарубежный опыт, а также возможности мониторинга селей на основе ГИС. На следующем этапе анализируются модели оценки селевой опасности, выбираются подходы, соответствующие местным условиям, и определяются основные влияющие факторы. Затем на основе данных гидрометеорологических станций, реестра селевых событий, полевых наблюдений и материалов дистанционного зондирования формируется база геоданных.

**В третьей главе** диссертации «Пространственный анализ природных факторов формирования селевой опасности» проанализированы динамика ледников, пространственное распределение атмосферных осадков, изменения водного покрова, выявленные по данным SAR, и сейсмические условия.

На основе изображений Landsat и индекса NDSI оценено изменение площади оледенения в Гиссарских горах за 1993-2024 годы. Согласно результатам исследования, площадь сократилась со 140 до 55 км<sup>2</sup>, то есть приблизительно на 60% (рис. 5). По данным станции Денау отмечено повышение средней летней температуры воздуха, а летний расход воды в реке Сурхандарье уменьшился примерно на 30%. Динамика ледников рассматривалась как показатель долгосрочных гидрологических изменений в бассейне, а интенсивные атмосферные осадки - как фактор, непосредственно влияющий на формирование селей.

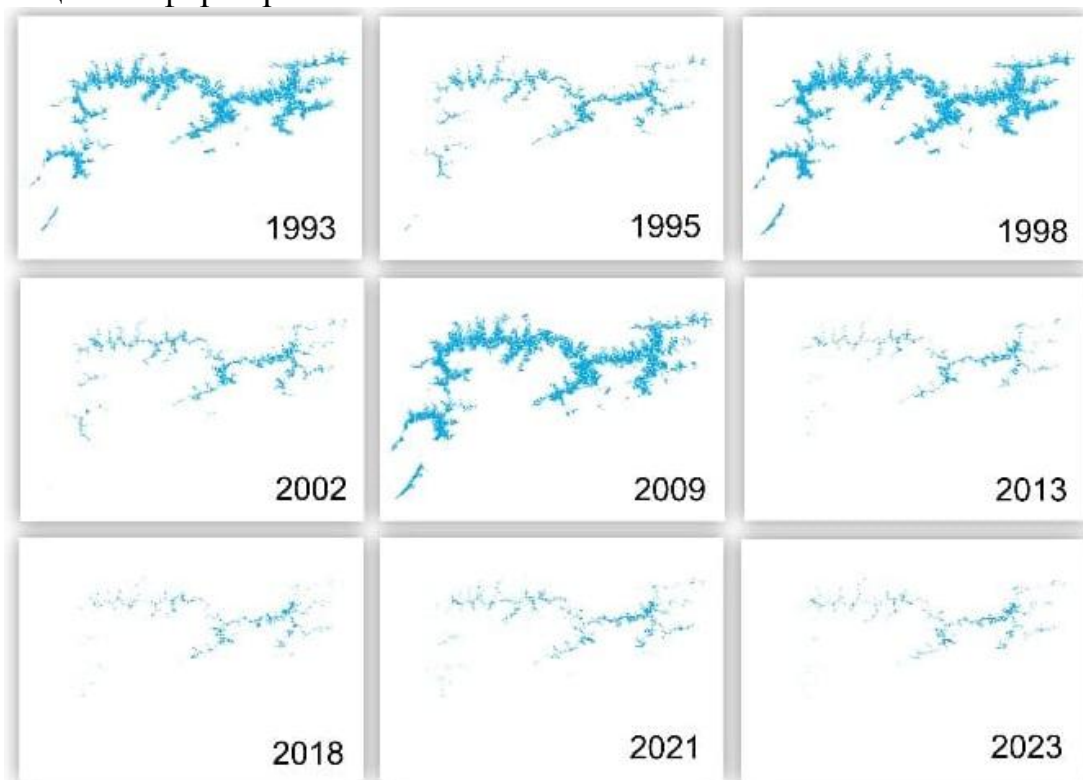


**Рис. 5. Изменение площади Гиссарского ледника за 1993-2024 годы**

В среде Google Earth Engine на основе данных CHIRPS созданы карты годового количества атмосферных осадков за 2020-2024 годы (рис. 6). В 2020 году годовое количество осадков изменялось в пределах 65-906 мм, в 2021 году 667 мм, в 2022 году 59-1077 мм, в 2023 году 51-738 мм, в 2024 году 58-1040 мм. Высокие значения наблюдались в горных и предгорных районах,

низкие на равнинах. Выявленное распределение отражает связь количества атмосферных осадков с рельефом бассейна.

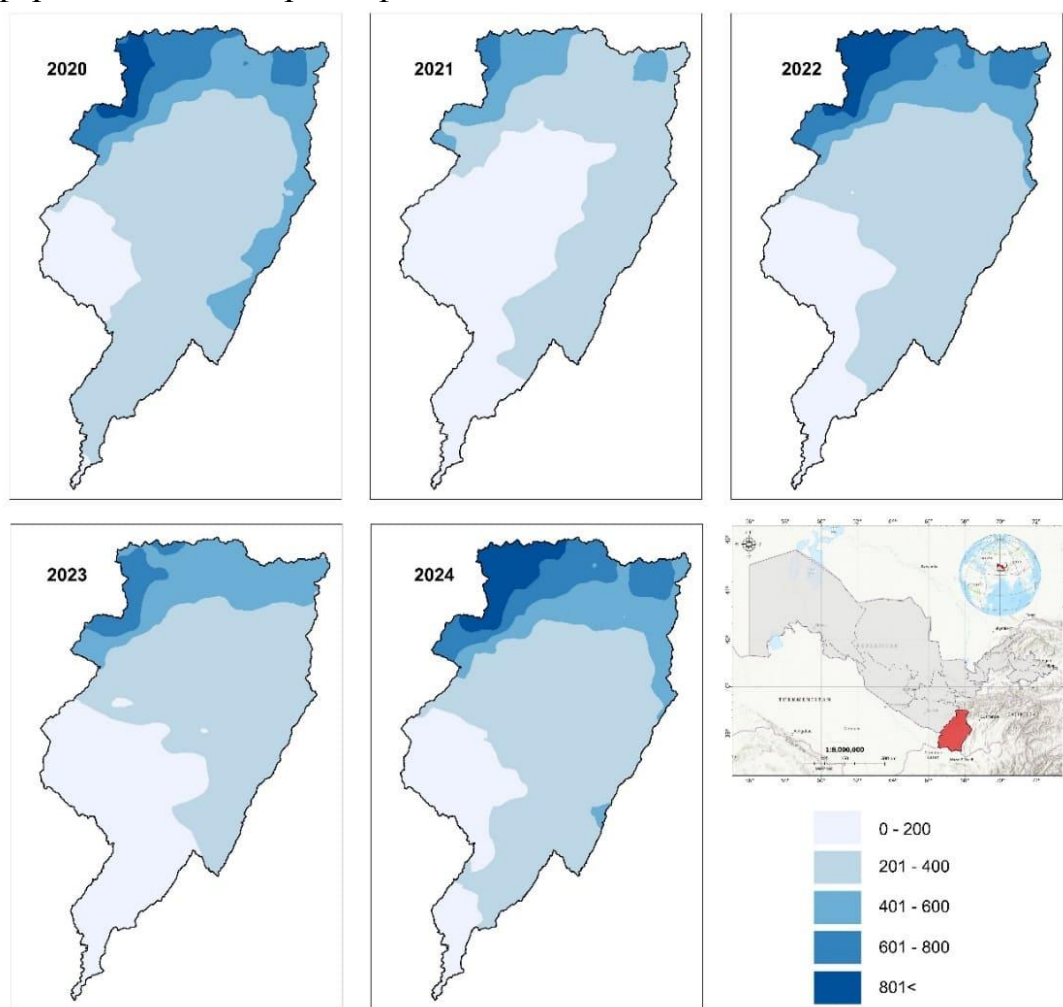


**Рис. 6. Карты атмосферных осадков бассейна реки Сурхандарья, построенные на основе данных CHIRPS за 2020-2024 годы**

Результаты CHIRPS сопоставлены с наблюдениями метеорологических станций. Коэффициент детерминации составил  $R^2=0,87-0,91$ . Различия по станциям составили: Байсун -38 мм, Денау -12 мм, Шерабад +22 мм, Шурчи +10 мм, Термез +28 мм (табл. 1). Полученные результаты обосновывают применение данных CHIRPS для оценки пространственного распределения атмосферных осадков. При интерпретации селевой активности наряду с годовым количеством осадков учитывались интенсивность и продолжительность кратковременных осадков, а также предшествующая увлажнённость почвы.

Путём сравнения изображений Sentinel-1 за апрель-май 2024 года выявлены изменения водного покрова в долине реки Сурхандарьи и в окрестностях Южно-Сурханского водохранилища (рис. 7). Участки, выделенные по критерию  $\Delta\sigma < -5$  дБ, сопоставлены с инвентаризационными данными о селевых событиях, речной сетью и пониженными участками рельефа. Результаты использованы для картографирования изменений земной поверхности, связанных с водным покровом после события.

Таблица 1

**Сопоставление показателей гидрометеорологических станций и данных дистанционного зондирования**

| Наименование гидрометеорологической станции | Показатель станции (мм/год) | Показатель CHIRPS (мм/год) | Разность, мм |
|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|
| Байсун                                      | 790                         | 752                        | -38          |
| Денау                                       | 740                         | 728                        | -12          |
| Шерабад                                     | 460                         | 482                        | +22          |
| Шурчи                                       | 680                         | 690                        | +10          |
| Термез                                      | 430                         | 458                        | +28          |

Для автоматизации выявления изменений водного покрова после селевых событий в среде Google Earth Engine разработана платформа «Selqidir». После выбора территории и даты события система определяет доступные изображения Sentinel-1, формирует наборы данных за периоды до и после события и сопоставляет значения обратного рассеяния радиолокационного сигнала. Полученные изменения отображаются на интерактивной карте. Объединение поиска, обработки и визуализации спутниковых данных в единой среде сокращает объём ручных операций и обеспечивает последовательное выполнение анализа. Использование радиолокационных изображений позволяет проводить наблюдения в условиях облачности и независимо от солнечного освещения.

Практические результаты выявления затопленных территорий по данным SAR представлены на рисунке 7. На основе сопоставления изображений до и после селевого события рассчитан разностный растр, отражающий пространственное изменение обратного рассеяния. Участки, удовлетворяющие условию  $\Delta\sigma < -5$  дБ, выделены как территории с признаками появления водного покрова. Данное пороговое значение принято в качестве рабочего критерия для исследуемой территории и рассматриваемого периода наблюдений. Для уточнения связи выявленных изменений с селевым событием полученная маска сопоставлена с данными о его времени и местоположении, речной сетью и пониженными участками рельефа.

Результаты анализа показали увеличение площади водного покрова на отдельных участках долины реки Сурхандарьи и в окрестностях Южно-Сурханского водохранилища. Дополнительную визуальную оценку обеспечил анализ псевдоцветных композитов: растительные поверхности до события отображались зелёным цветом, а участки водного покрова после события приобретали тёмно синие оттенки в выбранной комбинации каналов

(рис. 7). Совместное рассмотрение композитов и разностного растра позволило уточнить пространственное распределение выявленных изменений. Полученные результаты характеризуют изменения водного покрова после события и используются для оценки затопленных участков, но не определяют полную границу распространения селевого потока и его отложений.

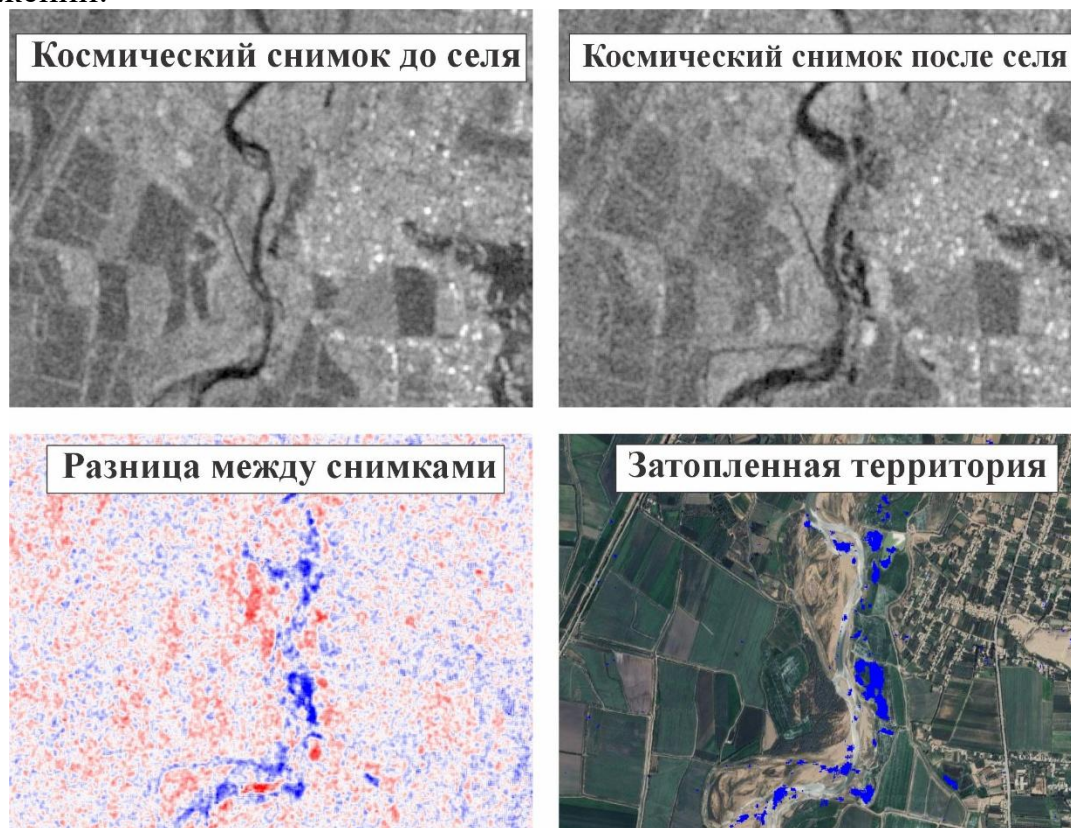


**Рис. 7. Выявление затопленных территорий по радиолокационным изображениям**

Сейсмические условия изучены как дополнительный фактор, характеризующий природные опасности территории. В 1896-2023 годах в области зарегистрировано 422 землетрясения. По результатам InSAR мониторинга плотины Тупалангского водохранилища выявлены деформации в отдельных точках, в том числе вертикальное смещение 164,32 мм в одной из точек наблюдения. Полученные результаты указывают на необходимость регулярного наблюдения за локальными деформациями.

**В четвёртой главе** диссертации «Совершенствование мониторинга селевой опасности на основе моделирования и создания геопортала» рассмотрены вопросы статистического моделирования подверженности селям, независимой проверки результатов, оценки опасных территорий и создания геопортала мониторинга.

На основе 131 точки регистрации селевых событий за 2022-2024 годах сформирована база геопространственных данных. Для моделирования отобраны семь факторов: топографический индекс влажности (TWI), индекс мощности потока (SPI), количество атмосферных осадков, плотность гидрографической сети, геологическое строение, NDVI и экспозиция склонов.

Слои приведены к пространственному разрешению 30×30 м в системе координат WGS 1984 UTM Zone 42N (рис. 8).

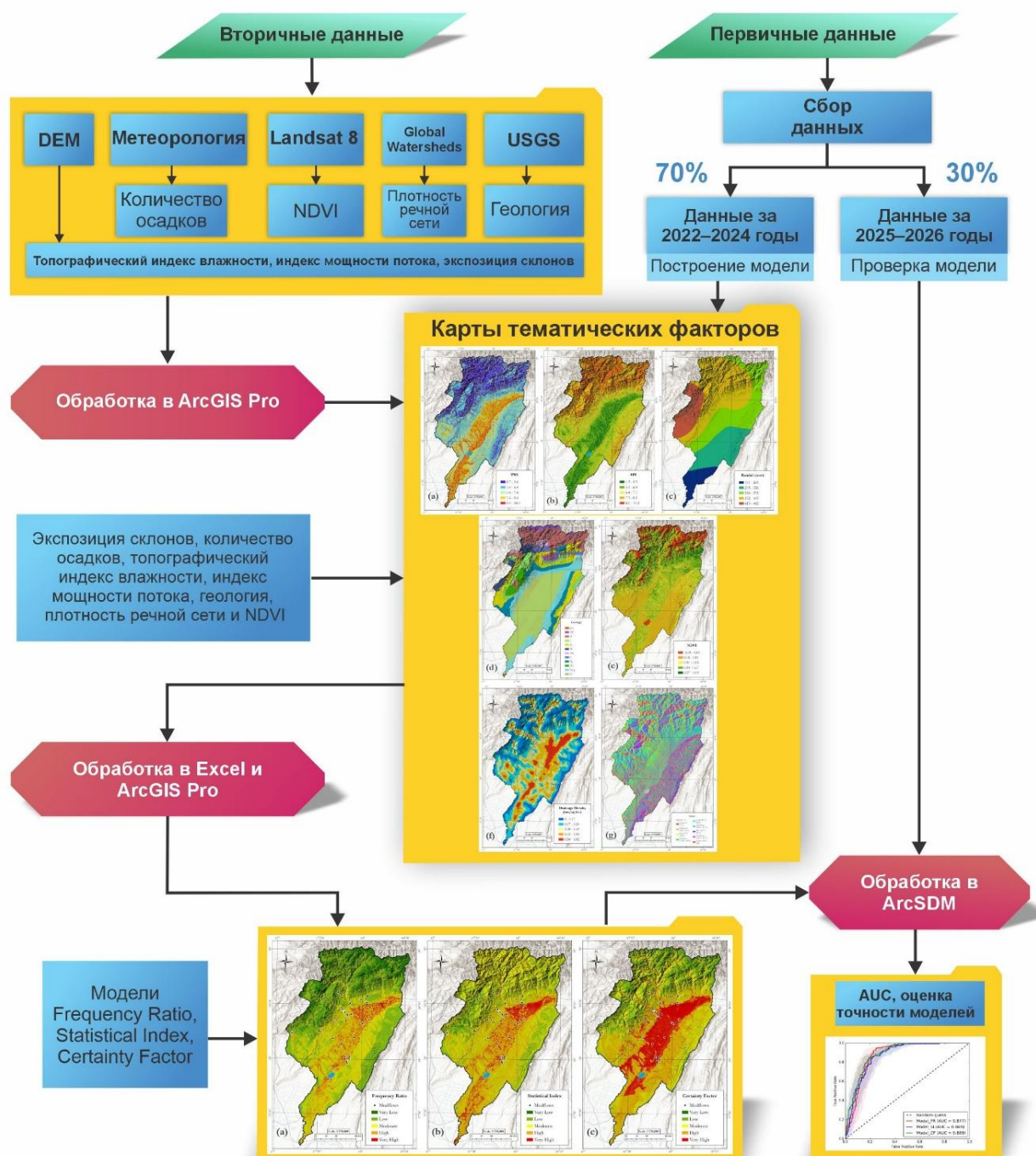


**Рис. 8. Технологическая схема построения карт селевой опасности на основе статистических моделей**

С использованием моделей FR, SI и CF оценены пространственно статистические взаимосвязи между классами факторов и селевыми явлениями. TWI, количество атмосферных осадков, плотность гидрографической сети и геологическое строение выделены как значимые факторы пространственного распределения подверженности селям. Для каждой модели созданы карты, отражающие пять классов подверженности (рис. 9).

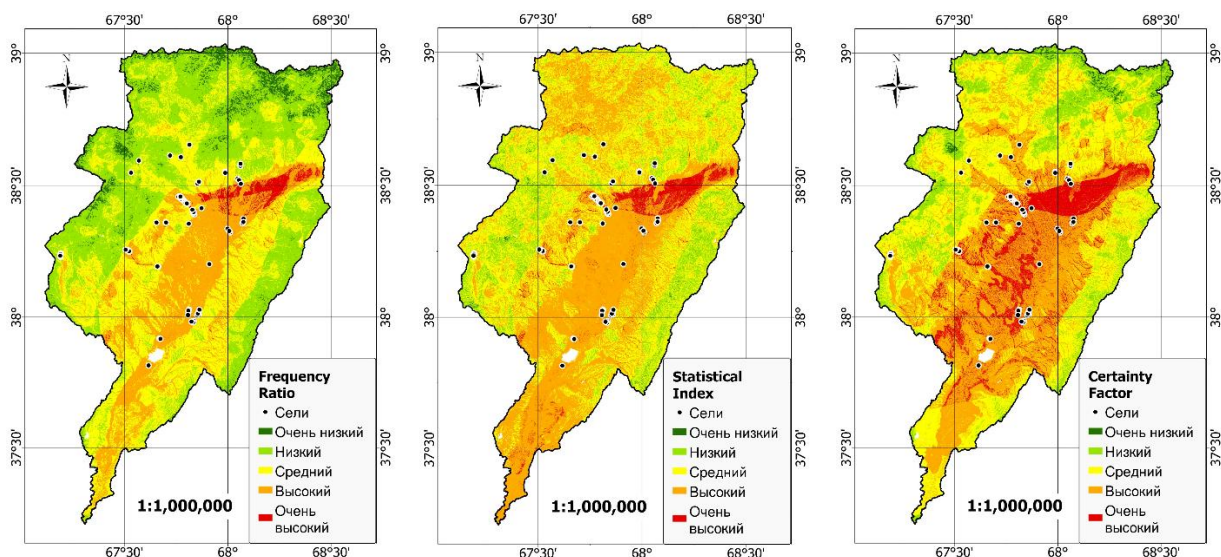


**Рис. 9. Карты подверженности территорий селям, построенные на основе статистических моделей**

Прогностическая способность моделей проверена посредством независимого анализа ROC/AUC с использованием 32 новых селевых событий, зарегистрированных в 2025 году и в 2026 году по 30 июня включительно и не использованных при построении моделей. Получены следующие значения: CF AUC=0,826, FR AUC=0,807, SI AUC=0,778 (рис. 10). Наибольшее значение AUC показала модель CF. Для пространственного анализа выбрана модель FR, поскольку выделенные на её основе зоны опасности лучше соответствовали местоположению селевых событий и опасных участков, выявленных в ходе полевых наблюдений.

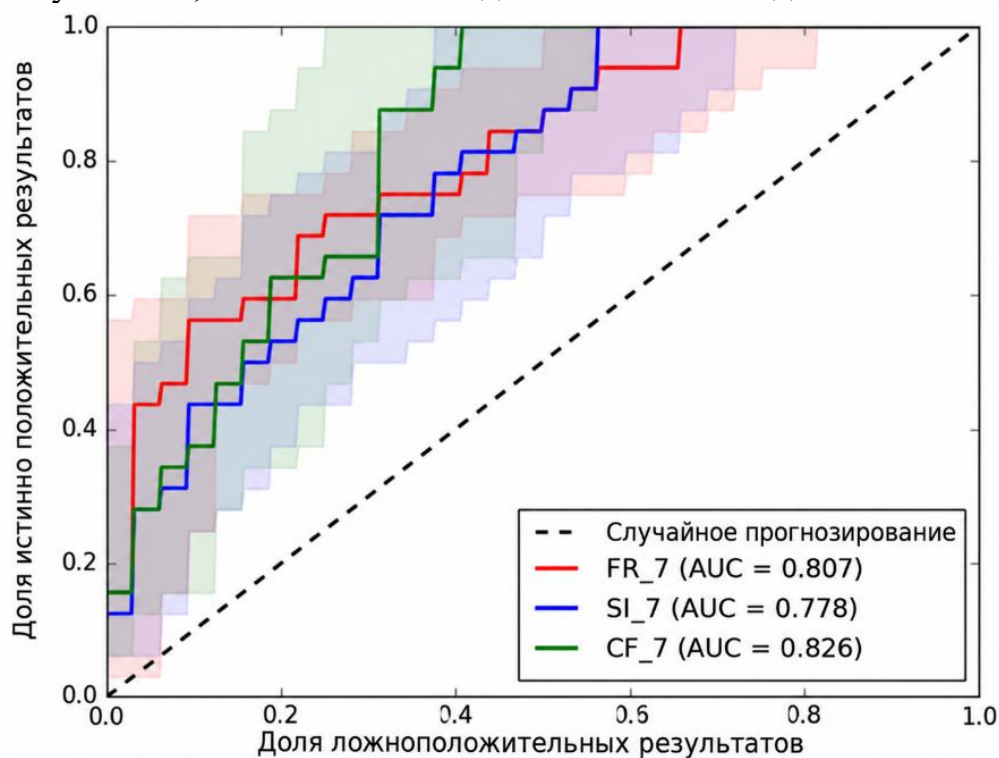
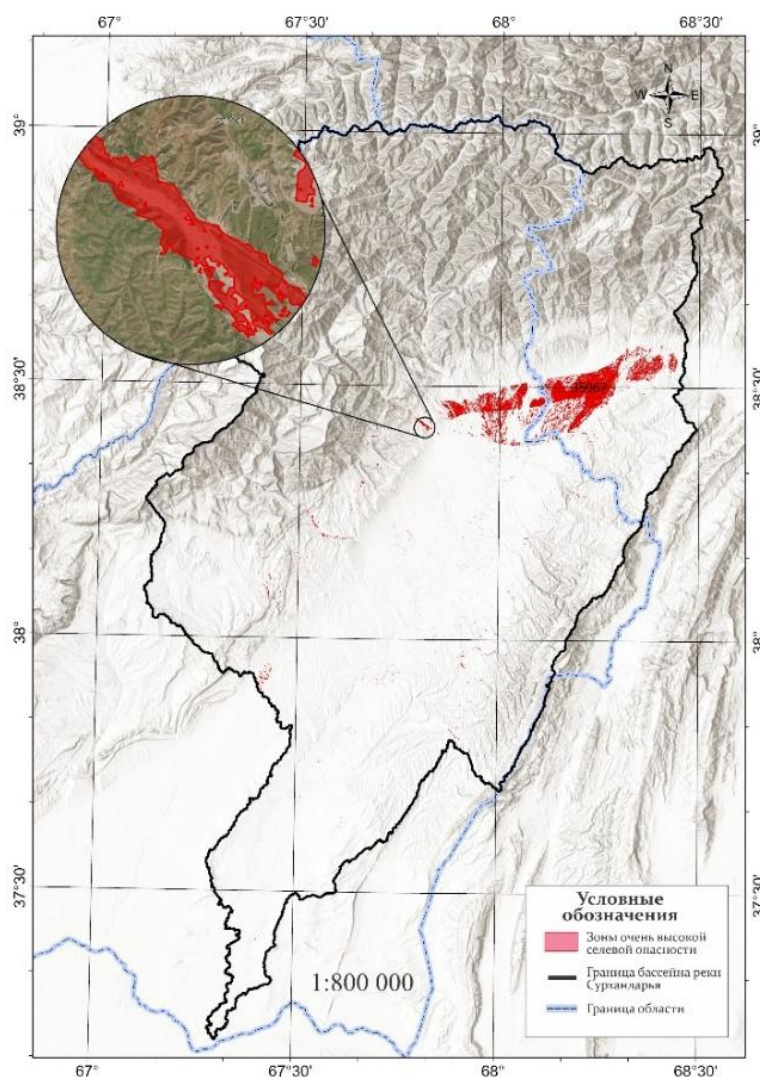


**Рис. 10. Оценка точности моделей: анализ ROC/AUC**



**Доля селевых событий по странам**



**Распределение селевых событий по районам (количество)**

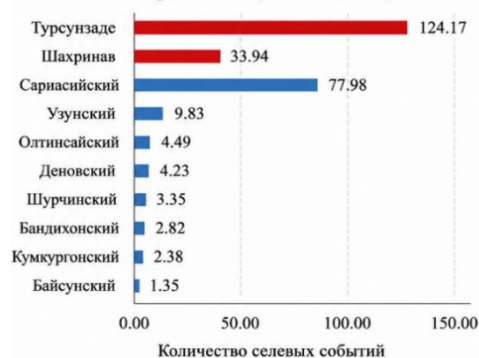


**Рис. 11. Пространственное распределение территорий с очень высокой селевой опасностью, км<sup>2</sup>**

По модели FR площадь территорий с очень низкой подверженностью составила 619,96 км<sup>2</sup>, с низкой 5043,23 км<sup>2</sup>, со средней 4621 км<sup>2</sup>, с высокой 2849,90 км<sup>2</sup>, с очень высокой 265,17 км<sup>2</sup>. Из территорий с очень высокой подверженностью 158,12 км<sup>2</sup>, или около 60%, приходились на Таджикистан, а 107,05 км<sup>2</sup>, или около 40%, на Узбекистан. Наибольшие площади выявлены в Турсунзадевском районе 124,17 км<sup>2</sup> и Сариясийском районе 77,98 км<sup>2</sup> (рис. 11).

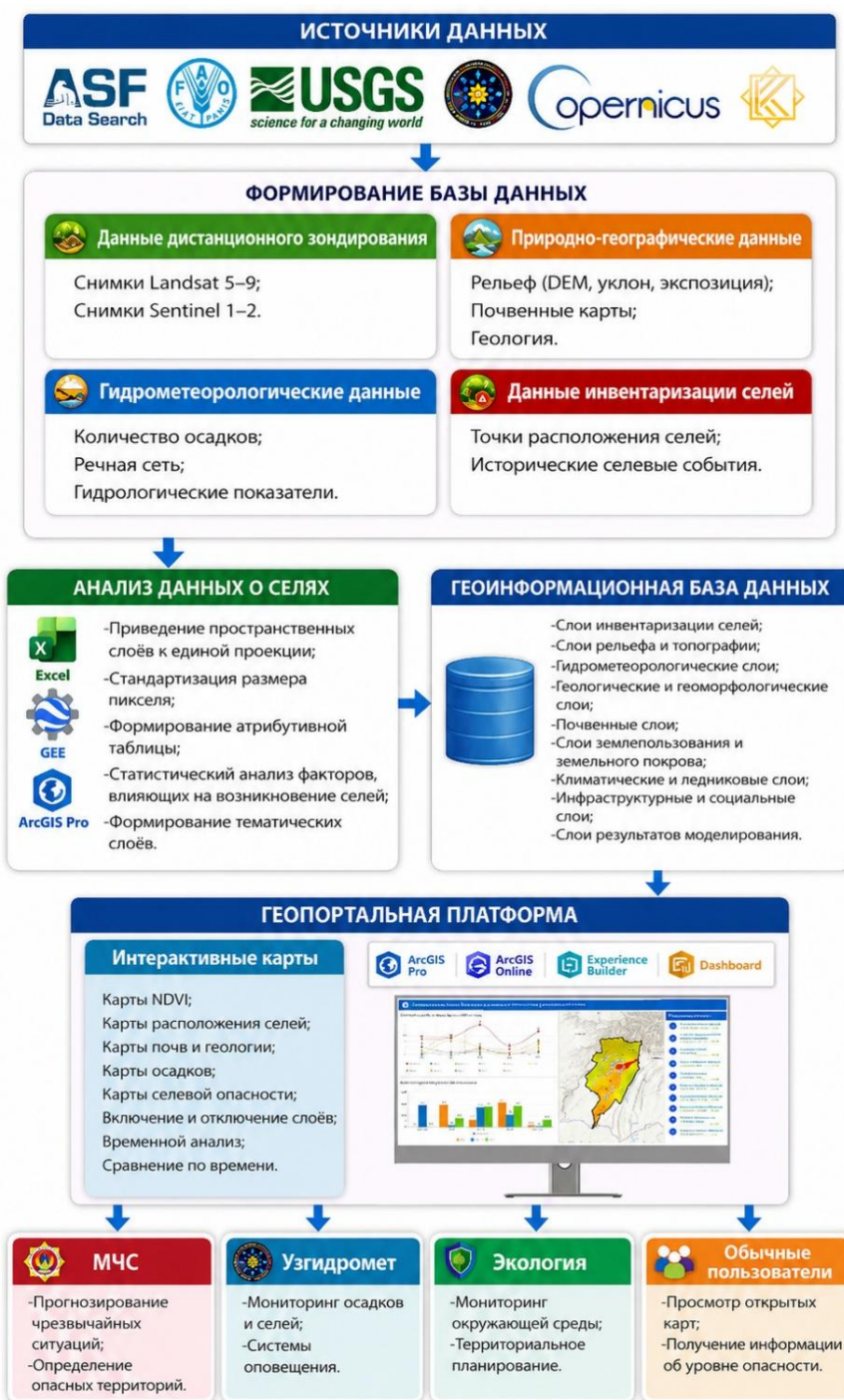


**Рис. 12. Общая архитектура геоинформационной системы мониторинга селевой опасности**

Сопоставление с данными о земном покрове показало, что в пределах территорий с очень высокой подверженностью  $163,05 \text{ км}^2$  занимают пахотные земли, а  $82,42 \text{ км}^2$  территории населённых пунктов. Эти результаты послужили основанием для определения приоритетов защиты населённых пунктов и сельскохозяйственных земель, разработки маршрутов эвакуации и организации инженерных обследований русел рек и водотоков.

Карты подверженности селям размещены на платформе ArcGIS Online, а на основе ArcGIS Dashboard создан интерактивный геопортал мониторинга (рис. 12). Система объединила сбор данных, пространственный анализ и моделирование, а также представление результатов пользователю. Геопортал

обеспечивает совместный просмотр инвентаризационных данных о селевых событиях, природно географических факторов и итоговых карт, сравнение территорий и обновление информации по результатам новых наблюдений. Таким образом, оценка подверженности территорий селям и наблюдение за изменениями водного покрова после событий интегрированы в единую веб геоинформационную среду.

Общая архитектура геоинформационной системы мониторинга селевой опасности позволила объединить сбор и формирование данных, пространственный анализ и моделирование, а также визуализацию результатов. Разработанная архитектура обеспечивает регулярное обновление геопространственных данных из различных источников, комплексный анализ факторов селевой опасности, определение её уровней и формирование соответствующих карт. Интерактивное представление результатов в веб геоинформационной среде обеспечивает оперативный доступ к сведениям об опасных территориях, передачу результатов мониторинга соответствующим организациям и принятие научно обоснованных управленческих решений, направленных на снижение селевой опасности.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено повышение активности селевых явлений в Сурхандарьинской области. В 2018-2024 годах зарегистрировано 268 селевых событий. Наибольшее их количество отмечено в 2022 году 78 и в 2024 году 62. Селевая активность проявлялась преимущественно весной, особенно в апреле-мае. При интерпретации роста числа событий учитывалось возможное влияние как климатических факторов, так и совершенствования систем наблюдения и регистрации.

2. Выявлены сокращение площади ледников Гиссарских гор и изменения гидрологического режима бассейна Сурхандарьи. В 1993-2024 годах площадь ледников уменьшилась со 140 до 55 км<sup>2</sup>, то есть примерно на 60%, температура воздуха повысилась на 1,5-2,0 °С, а летний расход воды сократился приблизительно на 30%. Результаты показали возможность использования динамики ледников для оценки долгосрочного гидрологического состояния бассейна.

3. На основе данных гидрометеорологических станций и CHIRPS оценена достоверность мониторинга атмосферных осадков. Годовое количество осадков по данным CHIRPS составило 458-790 мм, по станционным наблюдениям 430-790 мм. Коэффициент детерминации составил  $R^2=0,87-0,91$ , показатель средней ошибки MBE 6,5%. Результаты подтверждают возможность использования CHIRPS для оценки пространственного распределения атмосферных осадков в бассейне.

4. Разработан алгоритм выявления и картографирования изменений водного покрова после события на основе изображений Sentinel-1 SAR. Сопоставлены значения обратного рассеяния радиолокационного сигнала до и после события. Условие  $\Delta\sigma < -5$  дБ принято в качестве рабочего порога для

бассейна реки Сурхандарьи. Метод предназначен для оперативного выявления участков, покрытых водой, и территорий с изменившейся влажностью после события, а не для определения полной пространственной границы селевого потока.

5. Для оценки подверженности селям в бассейне реки Сурхандарьи создана база геопространственных данных на основе 131 точки регистрации селевых событий за 2022-2024 годы. Семь факторов, включающих TWI, SPI, количество атмосферных осадков, плотность гидрографической сети, геологическое строение, NDVI и экспозицию склонов, приведены к единой системе координат с пространственным разрешением  $30 \times 30$  м.

6. С помощью моделей FR, SI и CF оценены пространственно статистические взаимосвязи между селевыми явлениями и классами влияющих на них факторов. Для каждой модели территория подразделена на пять классов подверженности селям: очень низкий, низкий, средний, высокий и очень высокий. Созданы соответствующие карты.

7. Карты подверженности селям, построенные на основе 131 точки селевых событий за 2022-2024 годы, проверены посредством независимого анализа ROC/AUC с использованием 32 новых селевых событий, зарегистрированных в 2025 году и в 2026 году по 30 июня включительно. Получены значения  $AUC=0,826$  для CF,  $AUC=0,807$  для FR и  $AUC=0,778$  для SI. Наибольшее значение показателя отмечено у модели CF.

8. На основе модели FR территория исследования разделена на пять классов подверженности селям. Площадь территорий с очень высокой подверженностью составила  $265,17 \text{ км}^2$ , из которых  $158,12 \text{ км}^2$ , или 60%, приходились на Таджикистан, а  $107,05 \text{ км}^2$ , или 40%, на Узбекистан. Наибольшие площади выявлены в Турсунзадевском районе  $124,17 \text{ км}^2$  и Сариасийском районе  $77,98 \text{ км}^2$ . В пределах данных территорий  $163,05 \text{ км}^2$  занимают пахотные земли,  $82,42 \text{ км}^2$  населённые пункты.

9. На основе карт подверженности селям выделены территории, требующие приоритетного планирования защитных мероприятий. Для населённых пунктов и хозяйственных объектов в зонах высокой и очень высокой подверженности рекомендованы разработка маршрутов эвакуации, организация местных схем оповещения и инженерных обследований русел рек и водотоков. Типы и размещение защитных сооружений следует определять по результатам полевых исследований и гидрологических и гидравлических расчётов.

10. По результатам исследования усовершенствована методика оценки подверженности селям и её мониторинга в горных и предгорных районах бассейна Сурхандарьи на основе ГИС и данных дистанционного зондирования. Карты FR, SI и CF размещены на геопортале ArcGIS Online, на основе ArcGIS Dashboard создан интерактивный интерфейс мониторинга. Предусмотрено регулярное обновление геопортала с включением новых селевых событий и геопространственных данных. Геопортал рекомендован для практического использования соответствующим территориальным организациям.

**SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.03/30.12.2019.T.10.08 AT THE “TASHKENT INSTITUTE OF  
IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS”  
NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY**

---

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

**KHAMIDULLAEV SHOKHJAKHON SHUKHRATOVICH**

**IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR MONITORING  
MUDFLOW HAZARD IN MOUNTAINOUS AND FOOTHILL AREAS  
USING REMOTE SENSING AND GIS TECHNOLOGIES**

**11.00.07 - Geoinformatics**

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

**Tashkent - 2026**

**The theme of doctoral dissertation (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan under number B2025.3.PhD/T6066.**

The doctoral dissertation has been prepared at the “Tashkent institute of irrigation and agricultural anization engineers” National Research University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume) on the website Scientific council [www.tiame.uz](http://www.tiame.uz) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific supervisor:**

**Oymatov Rustam**

doctor of technical sciences (DSc), associate professor

**Official opponents:**

**Dergacheva Irina**

doctor of geographical sciences (DSc), senior researcher

**Makhsudov Bobomurod**

doctor of philosophy (PhD) in technical sciences,  
associate professor

**Leading organization:**

**Termez State University**

The defense of the thesis will take place on the «\_\_\_\_» \_\_\_\_ 2026 at 13<sup>00</sup> hours at the meeting of Scientific council PhD.03/30.12.2019.T.10.08 at the “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National Research University (Address: 100000, Tashkent, Kari-Niyazi street 39. Tel: (99871) 237-22-09; Fax: (99871) 237-54-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).)

The dissertation can be found at the Information Resource Centre of the “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers” National Research University (registered with №\_\_\_\_) (at the address: 100000, Tashkent, Kari-Niyazi street 39. Tel: (99871) 237-54-79).

The abstract of dissertation was sent out on «\_\_\_\_» «\_\_\_\_» 2026 year.  
(register of the distribution protocol №\_\_\_\_ from «\_\_\_\_» 2026 year).

**Sh.Shokirov**

Chairman of the Scientific Council  
for award of scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**S.Abdurakhmonov**

Acting Scientific secretary of the Scientific Council  
for award of scientific degrees,  
doctor of technical sciences, assistant professor

**E.Safarov**

Chairman of the Scientific seminar under the Scientific  
council award of scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The purpose of the research** is to improve the methodology for monitoring debris flow hazards in the mountainous and foothill areas of Surkhandarya Region using GIS and remote sensing technologies.

**The object of the research** is the Surkhandarya River basin in Surkhandarya Region.

**The scientific novelty of the research work** is as follows:

Spatial and statistical relationships between debris flow events and their contributing factors in the Surkhandarya River basin have been identified, and a comprehensive debris flow hazard assessment system has been improved.

A methodology for rapidly detecting changes in water coverage following debris flow events has been developed through the analysis of Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) data on the Google Earth Engine platform.

The methodology for identifying debris flow hazards has been improved by integrating GIS and remote sensing data with the Frequency Ratio (FR), Statistical Index (SI), and Certainty Factor (CF) statistical models.

A methodological approach has been developed for integrating debris flow hazard assessment results and supporting monitoring within a unified web based geoinformation environment.

**Implementation of Research Results.** Based on the findings of the research aimed at improving the methodology for monitoring debris flow hazards in mountainous and foothill areas using remote sensing and GIS technologies, the following results were implemented:

Spatial and statistical relationships between debris flow events and natural and geographical factors in the Surkhandarya River basin were identified. A geospatial database was established containing information on the locations and recurrence of debris flow events and their contributing factors. The methodology for rapidly identifying flooded areas following debris flow events and the “Selqidir” web platform were implemented in the environmental, hydrometeorological, and emergency management services of Surkhandarya Region (reference letter of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change dated June 18, 2026, №. 04-04/3-1-7262). This provided an integrated information base for monitoring and enabled the rapid identification of flooded areas under cloudy conditions, supporting the assessment of the spatial extent of environmental damage.

Debris flow hazard maps were developed by integrating GIS and remote sensing data with the Frequency Ratio (FR), Statistical Index (SI), and Certainty Factor (CF) statistical models. These maps were incorporated into the planning of environmental protection measures (reference letter of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change dated June 18, 2026, №. 04-04/3-1-7262). Their application supported the identification of hazardous areas, the assessment of spatial differences in hazard levels, and the selection of priority locations for protective measures. The resulting maps provided a scientific

basis for planning measures to protect settlements, agricultural land, and other exposed areas.

An interactive system was developed to integrate debris flow hazard assessment results and support monitoring within a unified web based geoinformation environment. Hazard maps and associated geospatial information were brought together through an ArcGIS Online based geoportal (reference letter of the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change dated June 18, 2026, №. 04-04/3-1-7262). The system enabled relevant organizations to access hazard maps and monitoring results promptly, compare spatial information, and update the available data as new observations became available. Its application supported preventive planning, environmental monitoring, and informed decision making to reduce the consequences of debris flow events.

**Dissertation composition and volume.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 120 pages.

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

**I bo'lim (I часть; I part)**

1. Hamidullayev Sh., Oymatov R., Bakhridinova N. Integrating certainty factor (CF) model and ROC/AUC evaluation for susceptibility mapping. // Global Journal of Research in Agriculture & Life Sciences, ISSN: 2583-4576. Volume 05, Issue 05, 2025. DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.17435998>.

2. Hamidullayev Sh., Oymatov R., Juliyev M. Global trend in mudflow hazard research: a general bibliometric and conceptual structure approach using biblioshiny. // Journal of Geology, Geography and Geoecology, ISSN 2617-2119, 34(4), 783-795, 2025. DOI: <https://www.doi.org/10.15421/112566>.

3. Hamidullayev Sh., Aslanov I., Oymatov R., Abdurakhmanov I. Estimating changes in the Khisar glacier, using remote sensing data and GIS technologies for assessment of water use in agriculture (Surkhandarya valley, Uzbekistan). // Research in Agricultural Engineering, ISSN 1212 9151, vol. 72, Issue 1, 14-24, 2026. DOI: <https://www.doi.org/10.17221/141/2025-RAE>.

4. Hamidullayev Sh., Oymatov R., Oralbayev B., Juliyev M. Sel xavfini baholashda geoaxborot tahliliga asosan mavzuli xaritalar yaratish. // "Geodeziya kartografiya va kadastr muammolari" Ilmiy jurnali, 2025-yil, 3-son. <https://geoilmiy.uz/maqola/2025-yil-3-son-bdbb3c>.

5. Hamidullayev Sh., Oymatov R., Baxriddinova N., Davlatov A., Oymatova M. Sentinel-1 (SAR) ma'lumotlari asosida sel suv toshqini hodisalari aniqlash va xaritalashtirish. // "Geodeziya, kartografiya va geoinformatika" Ilmiy-texnik jurnal, 2025-yil, 3-son. <https://journals.tiame.uz/GCG/uz/issue/view/62/67>.

6. Hamidullayev Sh., Oymatov R., Oralbayev B.O., Juliev M.K. Application of the frequency ratio model for mudflow hazard assessment in the Surkhandarya basin. // "Irrigatsiya va Melioratsiya" jurnali, №3-4 (41-42), 2025-yil. <https://journals.tiame.uz/IL/uz/issue/view/6/6>.

**II bo'lim (II часть; II part)**

7. Hamidullayev Sh., Oymatov R. Global iqlim o'zgarishi sharoitida tog' va tog'oldi hududlarida sellar xavfini ortishi. // "Global iqlim o'zgarishi va suv tanqisligi sharoitida suv-energetika va oziq-ovqat xavfsizligi" Xalqaro konferensiya. "TIQXMMI" BTRBI, Buxoro, 2025-yil. B. 290-293. <https://innopublic.ru/index.php/wfcws/article/view/320>

8. Hamidullayev Sh., Oymatov R. Surxondaryo vodiysida muzlik erishi va suv tanqisligi: GIS asosida tahlil. // "Qishloq va suv xo'jaligining zamonaviy muammolari" an'anaviy XXIV anjumani, "TIQXMMI", Toshkent, 2025-yil. B. 833-838, <https://zenodo.org/records/15779763>.

9. Hamidullayev Sh., Oymatov R. Spatial assessment and analysis of mudflow hazard zones in the Surkhandarya river basin using GIS and remote sensing-based

statistical models. // Innovations in science and education system, international conference, Delhi, India, 2026. <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.20396190>.

**10.** Hamidullayev Sh. Surxondaryo daryo havzasida sel xavfini monitoring qiluvchi geoaxborot tizimini ishlab chiqish. // "Qishloq va suv xo'jaligining zamonaviy muammolari" an'anaviy XXV anjumani, "TIQXMMI", Toshkent, 2026-yil. <https://zenodo.org/records/21293939>.

Avtoreferat “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti «Tahririy-nashriyot» bo‘limi tomonidan tahrirdan o‘tkazildi hamda o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlarining o‘zaro muvofiqligi tekshirildi (\_\_\_\_ \_\_.2026 yil).

### MA'LUMOTNOMA

Hamidullayev Shohjahon Shuhratovichning 11.00.07 – Geoinformatika ixtisosligi bo'yicha **“Masofadan zondlash va GAT texnologiyalaridan foydalanib, tog' va tog' oldi hududlarida sel kelish xavfini monitoring qilish uslubini takomillashtirish”** mavzusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati matni “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti «Tahririy-nashriyot» bo‘limi tomonidan tahrir qilindi.

Muharrir



M.Mustafayeva

Bosishga ruxsat etildi: \_\_\_\_ \_\_.2026 yil

Bichimi 60x84 1/16, «Times New Roman»

garniturada raqamli bosma usulida bosildi.

Shartli bosma tabog'i 3,25. Adadi: 60. Buyurtma: № 64.

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat bosmaxonasida chop etilgan.

Manzil: 100100, Toshkent sh., Shohjahon ko'chasi, 5- uy.