

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.15/31.08.2022.T.73.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

YADGAROV SIROJIDDIN NOMOZOVICH

**TOG‘LI SHAROITDAGI AVTOMOBIL YO‘LLARIDA QOR
KO‘CHKILARINING SODIR BO‘LISHINI PROGNOZLASH USULINI
TAKOMILLASHTIRISH (QAMCHIQ DOVONI MISOLIDA)**

**05.09.02 – “Geotexnika” (Yo‘llar, yo‘llarni raqamlashtirish va yo‘l harakati xavfsizligi.
Yo‘l telematikasi)**

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

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

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

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

Yadgarov Sirojiddin Nomozovich

Tog'li sharoitdagi avtomobil yo'llarida qor ko'chkilarining sodir bo'lishini prognozlash usulini takomillashtirish (Qamchiq dovoni misolida).....3

Ядгаров Сирожиддин Номозович

Совершенствование метода прогнозирования возникновения снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях (на примере перевала Камчик)25

Yadgarov Sirojiddin Nomozovich

Improving the method for predicting the occurrence of snow avalanches on roads in mountainous conditions (in the example of Kamchik Pass).....48

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....52

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.15/31.08.2022.T.73.05 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

YADGAROV SIROJIDDIN NOMOZOVICH

**TOG‘LI SHAROITDAGI AVTOMOBIL YO‘LLARIDA QOR
KO‘CHKILARINING SODIR BO‘LISHINI PROGNOZLASH USULINI
TAKOMILLASHTIRISH (QAMCHIQ DOVONI MISOLIDA)**

**05.09.02 – “Geotexnika” (Yo‘llar, yo‘llarni raqamlashtirish va yo‘l harakati xavfsizligi.
Yo‘l telematikasi)**

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

Toshkent-2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.3. PhD/T4966 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.tstu.uz) va «Ziyonet» Axborot ta'lim portalida (www.zioynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Sodiqov Jamshid Ibrohim o'g'li
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Salixanov Saidxon Salixanovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Xotamov Asadulla Toshtemirovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

Namangan muhandislik-qurilish instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi PhD.15/31.08.2022.T.73.05 raqamli ilmiy kengashning 2025 yil “___” _____soat ___ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100167, Toshkent, Temiryo'lhilar ko'chasi 1 – uy. Tel./faks: (998 – 71) 277–54–87, e – mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universiteti Axborot – resurs markazida tanishish mumkin (___ raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100167, Toshkent, Temiryo'lhilar ko'chasi 1 – uy. Tel./faks: (998–71) 277–54–87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil “___” _____ kuni tarqatilgan.
(2024 yil “___” _____ dagi ___ - sonli reestr bayonnomasi).

A.X. Urokov

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

R.M. Xudoyqulov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy
kengash kotibi, PhD, professor

I.S. Sodiqov

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

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda iqlim o'zgarishi bo'yicha olimlarning xulosalariga ko'ra, o'rtacha havo haroratining oshishi, kuchli yog'ingarchilik, to'satdan kuzatiladigan sovuq havo harorati, noqulay gidrometeorologik hodisalar tufayli qor ko'chkilarining oldini olish masalasi muhim ahamiyatga ega. "Iqlim o'zgarishi tufayli sodir bo'ladigan ko'chkilar transport vositalarining xavfsiz harakatiga salbiy ta'sir etib kelmoqda".¹ Tog'li hududlardan o'tgan avtomobil yo'llarida yuzaga keladigan qor ko'chkilari paydo bo'lishi sabablarini aniqlash va ko'chkilarning sodir bo'lishini prognoz qilish, qor ko'chkilari yuzaga kelishi mumkin bo'lgan o'choqlar bo'yicha yagona ma'lumotlar bazasini yaratish, vaqt mobaynida qor ko'chkilarining sodir bo'lishini modellashtirish va qor ko'chkilarini oldini olishga qaratilgan chora-tadbirlarning samaradorligini oshirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda tog'li va tog' oldi hududlardan o'tgan avtomobil yo'llarida transport oqimi harakatini uzliksiz tashkil etish, havo haroratining o'zgarishini doimiy monitoring qilib borish, qor ko'chkilarining yuzaga kelishi mumkin bo'lgan hududlarning elektron mavzuli xaritalarini yaratish, qor ko'chkilarini sodir bo'lishini modellashtirish va ko'chkilarni oldini olish ishlarini optimallashtirish, qor ko'chkilarini tasniflash hamda prognozlash bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Tog'li va tog' oldi hududlardan o'tgan avtomobil yo'llarida qor ko'chkilari sodir bo'lganda qor ko'chkilarini tezkor (sodir bo'lgan joyi va sodir bo'lgan vaqti tamoyillari asosida) bartaraf etishning takomillashgan usuli, bundan tashqari avtomobil yo'llarida iqlim o'zgarishini hisobga olgan holda, qor ko'chki hosil qiluvchi ko'rsatkichlarni (havo harorati, yon bag'ir qiyaligi, qor qatlami qalinligi, qor massasi hajmi) inobatga olib qor ko'chkilarini "Qaror daraxti" (decision tree) uslubi yordamida prognozlashning takomillashgan usuli dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Respublikamizda 2023 yilning qish faslida kuzatilgan anomal sovuq, yozda kuzatilgan anomal issiq hodisalari, 2024 yilda sodir bo'lgan xavfli iqlim hodisalari ham iqlim o'zgarishlari tufayli sodir bo'lmoqda, bundan tashqari qurib borayotgan Orol dengizining ekologik falokati - dunyodagi to'rtinchi dolzarb muammolaridan hisoblanadi, shu bilan bir qatorda iqlim o'zgarishlari barcha sohalar kabi avtomobil yo'llari infratuzilmasiga ham katta ta'sir ko'rsatib kelmoqda. qor ko'chkilari sodir bo'lishi mumkin bo'lgan tog'li va tog' oldi avtomobil yo'llarining xizmat muddatlarini oshirish va iste'mol xususiyatlarini yaxshilash, qor ko'chkilarini oldini olish ishlarining samaradorligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni amalda qo'llash bo'yicha keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2023 - 2030-yillarda tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish va iqlim o'zgarishiga chidamlilikni oshirish bo'yicha O'zbekiston Respublikasining VM-362-son "Milliy harakatlar rejasi"²da, jumladan "Iqlim o'zgarishi va tabiiy ofatlar xavfiga nisbatan milliy harakatlar rejasini ishlab chiqish hamda samarali amalga oshirishni tashkil etish" bo'yicha vazifalar belgilangan.

¹ <https://geostamp.ru/index.html>

² O'zbekiston Respublikasining VM-362-son "Milliy harakatlar rejasi"²dagi qarori

Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, xususan, qor ko'chkisi xavfi mavjud hududlarni aniqlashtirgan holda ularni monitoring qilish va qor ko'chkisini prognozlash, gidrometeorologik parametrlarni kuzatish va nazorat qilish tarmoqlarini rivojlantirish, qor ko'chkisi xavfi bo'yicha prognoz ma'lumotlar va xaritalarni tayyorlash, ularni muntazam ravishda yangilab borish muhim hisoblanadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi farmoni, PQ - 171 - son "Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi faoliyatini samarali tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi va PQ-190-son "Avtomobil yo'llarida inson xavfsizligini ishonchli ta'minlash va o'lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorlari, Vazirlar Mahkamasining VM-362-son "Iqlim o'zgarishi va tabiiy ofatlar xavfiga nisbatan milliy harakatlar rejasini ishlab chiqish hamda samarali amalga oshirishni tashkil etish to'g'risida" qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni ijrosini ta'minlash doirasida ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo'yicha tadqiqotlar respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining V. "Iqlim o'zgarishi va tabiiy ofatlar xavfiga nisbatan milliy harakatlar rejasini ishlab chiqish hamda samarali amalga oshirishni tashkil etish" ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Tog'li sharoitdagi avtomobil yo'llarida qor ko'chkilarining sodir bo'lishini prognozlash usulini takomillashtirish bo'yicha nazariy va amaliy tadqiqotlar quyidagi mamlakatlarning ilmiy markazlari, universitet va ilmiy tadqiqot institutlarida, jumladan: University of Michigan (AQSH), University of Tokyo (Yaponiya), RWTH Aachen University (Germaniya), VTI Shvetsiya milliy avtomobil yo'llari va transport ilmiy-tadqiqot instituti (Shvetsiya), Rossiya avtomobil yo'llari ilmiy-tadqiqot instituti (РосдорНИИ), Moskva avtomobil yo'llari davlat texnika universiteti (МАДИ ГТУ), Qozog'iston avtomobil yo'llari ilmiy tadqiqot instituti (КаздорНИИ), Belorussiya Davlat texnika universiteti (БНТУ), Toshkent davlat transport universitetlari (O'zbekiston) hamda Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti (O'zbekiston) va boshqa ko'plab ilmiy tadqiqot muassasalarida olib borilmoqda.

Dunyo tajribasida tog'li sharoitdagi avtomobil yo'llarida qor ko'chkilarining sodir bo'lishini prognozlash usulini takomillashtirish bo'yicha turli uslublar ishlab chiqilgan. Tog'li sharoitdagi avtomobil yo'llarida qor ko'chkilarining sodir bo'lishini prognozlash usulini takomillashtirish bo'yicha dunyo va yurtimizning yirik tadqiqotchi olimlari shug'ullangan, jumladan xorijda James E. Neuman, Jason Price, Paul Chinowsky, Leonard Wright, Lindsay Ludwig, Richard Streeter, Russell Jones, Joel B. Smith, William Perkins, Lesley Jantarasami; MDX davlatlarida B.A. Akimov, E.O. Ivanova, S.P. Sushev, N.V. Xovanova, M.A.Axmedov, K.D. Salyamova va boshqalar. Respublikamizda tog'li sharoitdagi avtomobil yo'llarida qor ko'chkilarining sodir bo'lishini prognozlash usulini takomillashtirish bo'yicha I.S.Sodiqov, Q.X. Azizov, J.I. Sodiqov, B.K. Sarev, E. Semakova, D.R. Yunusov,

L.A. Kanayev, K.B. Bilolov va boshqalar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan.

Yuqoridagi tadqiqot ishlari tahlillaridan kelib chiqadiki, tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida iqlim omillarining ekspluatatsiya sharoitiga ta’siri baholangan hamda avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga xavfli hodisalarning ta’siri kompleks o‘rganilgan. Ammo, tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirishga bag‘ishlangan ilmiy muammolar yetarli darajada o‘rganilmagan.

Zamonaviy matematik – statistik tahlil usullarining mavjud emasligi O‘zbekiston Respublikasida tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlashni qiyinlashtirmoqda. Aynan shu holat mazkur dissertatsiya ishi mavzusini tanlash, uning maqsad va vazifalarini belgilashda asos bo‘ladi.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan oliy ta’lim yoki ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat transport universiteti “Avtomobil yo‘llarini qurish va ekspluatatsiya qilish” kafedrasida olib borilayotgan ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining “Yo‘l aktivlarini boshqarish tizimlarini takomillashtirish” mavzusidagi loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqot maqsadi tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida transport oqimining uzluksiz harakatini ta’minlash uchun iqlim o‘zgarishlarini hisobga olgan holda, qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirish.

Tadqiqotning vazifalari quyidagilardan iborat:

iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining shakllanishi va sodir bo‘lish jarayonlarini tahlil qilish;

tog‘li hududlardagi avtomobil yo‘llarida iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda sodir bo‘lgan qor ko‘chkilari va potensial qor ko‘chki mintaqalarining innovatsion tematik elektron xaritalarini yaratish;

avtomobil yo‘llarida iqlim o‘zgarishi va relyef xususiyatlarining qor ko‘chkilari sodir bo‘lishiga ta’sirini tadqiq qilish;

avtomobil yo‘llariga ta’sir qiluvchi qor ko‘chkilarini prognoz qilish usulini takomillashtirish;

avtomobil yo‘llariga ta’sir qiluvchi qor ko‘chkilarining oldini olish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish va ularning iqtisodiy samaradorligini baholash.

Tadqiqot obyekti sifatida tog‘li hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llari (A - 373 “Toshkent - Ohangaron - Angren - Qo‘qon – Shahrixon - Andijon (O‘zbekiston Respublikasi hududida)”) avtomobil yo‘lining 185 - 285 km qismi) qabul qilingan.

Tadqiqot predmeti. Tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta’sir ko‘rsatuvchi iqlim o‘zgarishi oqibatida sodir bo‘ladigan qor ko‘chkilari.

Tadqiqot usullari. Matematik statistika usullari, regression qonuniyatlar, ehtimollik nazariyasi, ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalari, “Qaror daraxti” va vizualizatsiya qilish usullari foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

tog‘li hududlardagi avtomobil yo‘llarida sodir bo‘ladigan qor ko‘chki mintaqalarining geografik va meteorologik ma‘lumotlariga asoslangan xavfli hududlarni aniqlash va xavf darajasini baholashning innovatsion tematik elektron xaritalari ishlab chiqilgan;

tog‘li hududlardagi avtomobil yo‘llarida havo harorati, yon bag‘ir qiyaligi, qor qatlami qalinligi, qor massasi hajmi va shamol yo‘nalishlarini inobatga olib qor ko‘chkilari sodir bo‘lishiga ta‘sir qonuniyatlari ishlab chiqilgan;

avtomobil yo‘llarida iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda, qor ko‘chki hosil qiluvchi ko‘rsatkichlar (havo harorati, yon bag‘ir qiyaligi, qor qatlami qalinligi, qor massasi hajmi)ni inobatga olib qor ko‘chkilarni prognozlash usuli takomillashtirilgan;

tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilari ro‘y berganda (sodir bo‘lgan joyi va vaqti tamoyillari asosida), qor ko‘chki massasini mashina mexanizmlar yordamida tezkor bartaraf etish usuli takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

tog‘li hududlarda iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda sodir bo‘lgan qor ko‘chkilari va potensial qor ko‘chki mintaqalarining geografik va meteorologik ma‘lumotlarga asoslangan innovatsion tematik elektron xaritalar yaratilgan;

tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy uslub va vositalardan foydalanganligi, iqlim o‘zgarishi natijasida sodir bo‘lgan qor ko‘chkilarining uzoq yillik ma‘lumotlari to‘planganligi, matematik modellashtirish qoidalari asosida amalga oshirilganligi, tajribalar natijalariga matematik sonli hisoblash usullari bilan ishlov berilganligi hamda tajriba va hisob ma‘lumotlarining qiyosiy tahlili hamda ularning o‘zaro mosligi, tog‘ va tog‘ oldi hududida joylashgan tadqiqot obyekti uchastkalarida sinovlar o‘tkazilib, amaliyotga joriy qilinganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati O‘zbekiston Respublikasining iqlim o‘zgarishi prognozlari asosida avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta‘siri aniqlandi. Tog‘ va tog‘ oldi hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llariga xavfli hodisalar ta‘siri bo‘yicha mavzuli xaritalar yaratildi va yaratilgan xaritalar yordamida xavfli iqlim o‘zgarishi hodisalarini kuzatib borish va shu hodisalarni oldini olish, tog‘ va tog‘ oldi hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llarida transport vositalari harakatiga ta‘sir qiluvchi qor ko‘chkilarini prognozlash usullarini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati O‘zbekiston Respublikasining iqlim o‘zgarishi prognozi asosida tog‘li hududlarda iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda sodir bo‘lgan qor ko‘chkilari va potensial qor ko‘chki mintaqalarining geografik va meteorologik ma‘lumotlarga asoslangan innovatsion tematik elektron xaritalardan foydalanilishi, tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usuli yordamida avtomobil yo‘llariga ta‘sir qiluvchi xavfli qor ko‘chkilari sodir bo‘ladigan uchastkalarda xavfni bartaraf etish bo‘yicha chora-tadbirlarni qo‘llanilishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirish bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari asosida:

tog‘li hududlarda iqlim o‘zgarishini oqibatida sodir bo‘lgan qor ko‘chki mintaqalarini geografik va meteorologik ma‘lumotlarga asoslangan innovatsion tematik elektron xaritalari ishlab chiqilgan va Avtomobil yo‘llari qo‘mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo‘llari qo‘mitasining 2024-yil 4-Noyabrdagi, 03/4175-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 362 - sonli “Iqlim o‘zgarishi va tabiiy ofatlar xavfiga nisbatan milliy harakatlar rejasini ishlab chiqish hamda samarali amalga oshirishni tashkil etish to‘g‘risida” qarorida belgilangan 2023 - 2030-yillarda tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish va iqlim o‘zgarishiga chidamlilikni oshirish bo‘yicha O‘zbekiston Respublikasining “milliy harakatlar rejasida”da belgilangan qor ko‘chkisi xavfi mavjud hududlarni aniqlashtirgan holda ularni monitoring qilish, xaritalarini tayyorlash, muntazam ravishda yangilab borish va boshqa ustuvor masalalarga erishilgan hamda Qamchiq dovoni hududidagi qor ko‘chki sodir bo‘lish o‘choqlari joylashuvi yangilangan;

tog‘li hududlarida iqlim o‘zgarishi va relyef xususiyatlarini hisobga olib qor ko‘chkilari sodir bo‘lishiga ta’siri qonuniyatlari regression modullar orqali ilmiy asoslangan va Avtomobil yo‘llari qo‘mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo‘llari qo‘mitasining 2024-yil 4-Noyabrdagi, 03/4175-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada tog‘li hududlarda sodir bo‘ladigan qor ko‘chkilari sodir bo‘ladigan uchastkalar aniqlangan va tog‘li hududlarda avtomobil yo‘llariga ta’sir ko‘rsatadigan qor ko‘chkilar soni yillik o‘rtacha 25 tadan 15 tagacha kamaytirishga erishilgan;

avtomobil yo‘llarida iqlim o‘zgarishi tufayli qor ko‘chki hosil qiluvchi ko‘rsatkichlar (havo harorati, yon bag‘ir qiyaligi, qor qatlami qalinligi, qor massasi hajmi) inobatga olinib qor ko‘chkilarini «Qaror daraxti» (decision tree) uslubi yordamida prognozlash usuli takomillashtirilgan va Avtomobil yo‘llari qo‘mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo‘llari qo‘mitasining 2024-yil 4-Noyabrdagi, 03/4175-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirish orqali, avvalgi prognoz usullari ishonchlik darajasi 30% dan 70 % gacha oshirishga erishilgan;

tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilari ro‘y berganda, tezkor bartaraf etish usuli (sodir bo‘lgan joy va sodir bo‘lgan vaqt tamoyillari asosida) takomillashtirilgan va Avtomobil yo‘llari qo‘mitasiga qarashli korxonalarda amaliyotga joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi huzuridagi Avtomobil yo‘llari qo‘mitasining 2024-yil 4-Noyabrdagi, 03/4175-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada, tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini oqibatlari va evakuatsiya qilish uchun sarflanayotgan mablag‘larni 70-75% gacha iqtisod qilishga erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur dissertatsiya tadqiqot natijalari xalqaro va respublika miqyosidagi 24 ta ilmiy, ilmiy- texnik anjuman va seminarlarda, jumladan 10 ta xalqaro anjumanlarda ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 24 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari uchun belgilangan asosiy ilmiy nashrlarda 7 ta ilmiy maqola, jumladan, 4 tasi Respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan, 5 ta dasturiy ishlanmaga mualliflik guvohnomasi olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, 4 bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat bo'lib, jami 103 bet matn qismdan iborat.

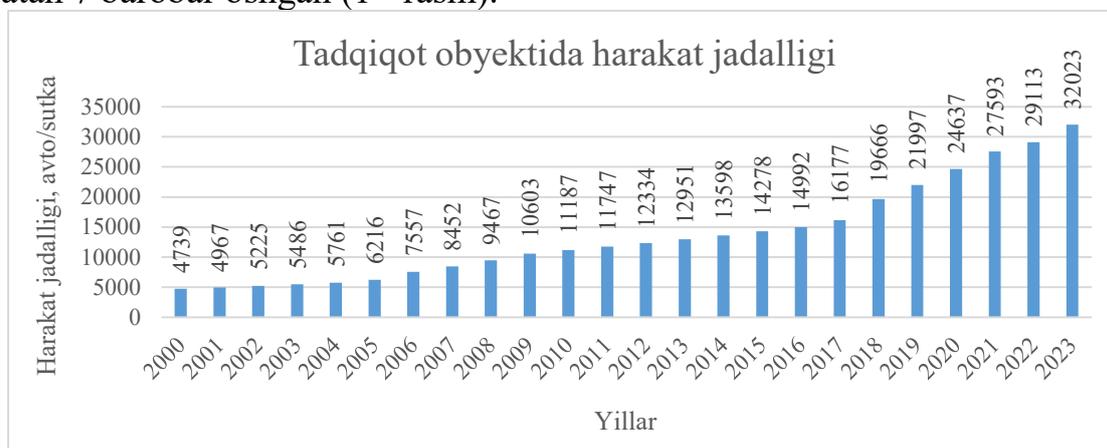
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslangan, uning O‘zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi, muammoning o‘rganilganlik darajasi, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan hamda olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinganligi, chop etilgan ilmiy ishlar, dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Muammoning dolzarbligi, tadqiqotning maqsadi va vazifalari”** deb nomlangan birinchi bobida tog‘ va tog‘ oldi hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llarining o‘ziga xos xususiyatlari tahlil qilingan. Tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usullari va unga oid adabiyotlar tahlil qilingan. Iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda qor ko‘chkilarini shakllanishi va sodir bo‘lish jarayonlari tahlil qilingan hamda tadqiqotning ilmiy farazi, maqsadi va vazifalari shakllantirilgan.

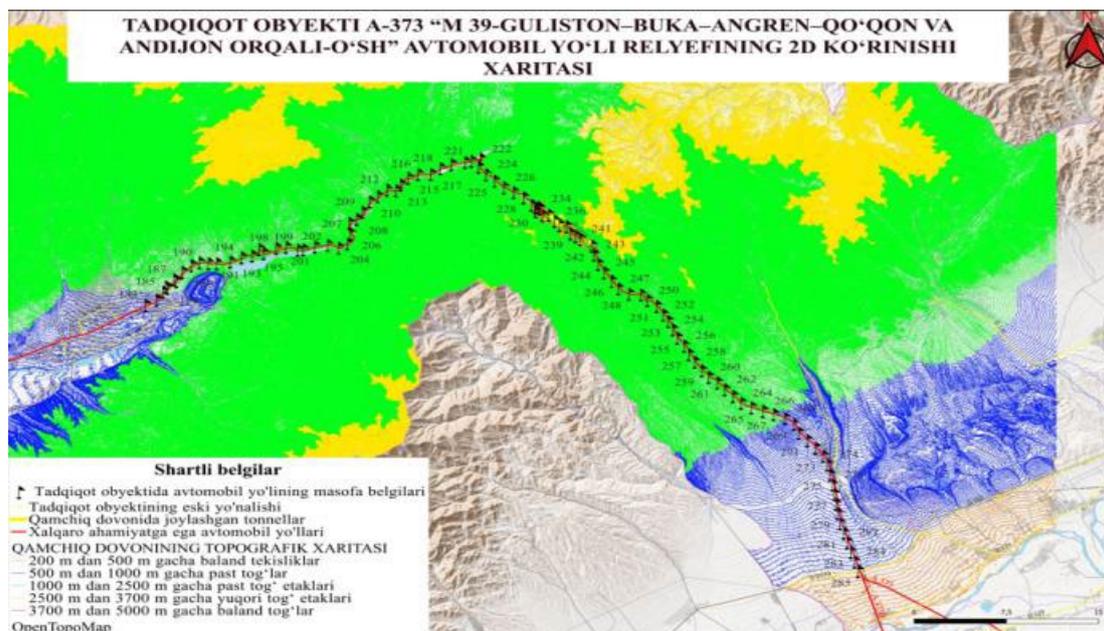
Tog‘li hududlar O‘zbekiston Respublikasi hududining 30 foizini egallaydi. Tog‘li hududlarda joylashgan avtomobil yo‘llari O‘zbekiston Respublikasi umumiy yo‘l tarmog‘ining 3% ga yaqinini tashkil etadi. Tog‘ va tog‘ oldi hududlaridan o‘tgan tog‘ avtomobil yo‘llaridan A - 373 “M 39 - Guliston - Buka - Angren - Qo‘qon va Andijon orqali - O‘sh” avtomobil yo‘lining “Qamchiq” dovoni qismi, M - 39 “Olma - Ota - Bishkek - Toshkent - Termiz” avtomobil yo‘lining “Taxtaqorachi” va “Oqrabot” dovoni qismlari asosiy iqtisodiy va strategik obyektlar maqomiga ega.

Tahlil natijalariga ko‘ra 2023 yildagi harakat jadalligi 2000 yillardagiga nisbatan 7 barobar oshgan (1 - rasm).



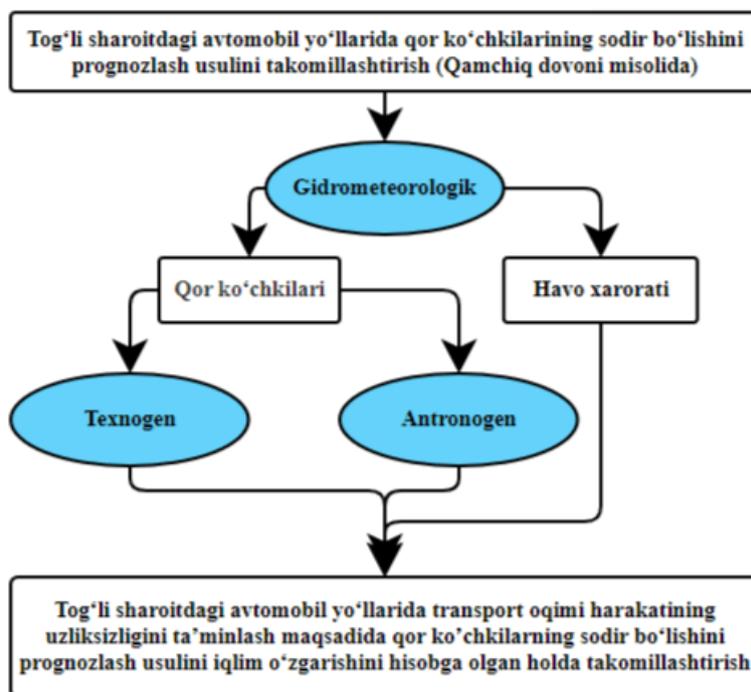
1 - rasm. A - 373 “M 39 - Guliston – Buka – Angren – Qo‘qon va Andijon orqali – O‘sh” avtomobil yo‘lida 2000-2023 yillar davomida transport vositalarining harakat jadalligi to‘g‘risidagi ma’lumotlar

Yuqoridagi ko‘rsatkichlardan ko‘rinib turibdiki, tadqiqot obyektida transport vositalarining harakat jadalligi oshib borishi bilan avtomobil yo‘llariga ta’sir ko‘rsatadigan xavfli hodisalar (gidrometeorologik, seysmologik va geologik hodisalar) tufayli yo‘lda harakat cheklansa evakuatsiya xarajatlari ham oshib boradi. Tadqiqot obyektida yuqoridagi xavfli hodisalar kelib chiqishiga tog‘ va tog‘ oldi hududlarining relyefi ham to‘g‘ridan to‘g‘ri bog‘liq (2 – rasm).



2 - rasm. Tadqiqot obyekti A - 373 “M 39 - Guliston – Buka – Angren – Qo‘qon va Andijon orqali - O‘sh” avtomobil yo‘li relyefining joylashuvi

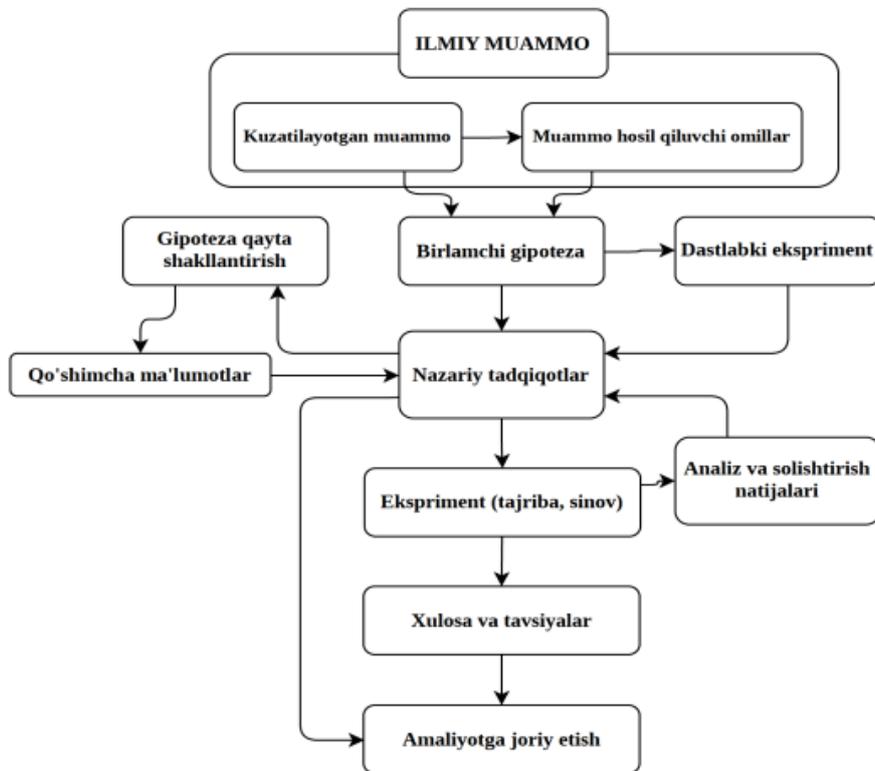
Tog‘ va tog‘ oldi hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llariga turli xil omillar ta’sir qiladi, bulardan qor ko‘chkilari, sellar, tog‘ ko‘chkilari, grunt siljishi va boshqa omillar bo‘lishi mumkin. Tadqiqot ishining ilmiy gipotezasi: iqlim o‘zgarishi oqibatida tog‘ oldi hududlarida sodir bo‘luvchi gidrometeorologik hodisalarning avtomobil yo‘llarida transport vositalarining xavfsiz va to‘xtovsiz harakatiga ta’sirlarini tadqiq qilishdan iboratdir (3 - rasm).



3 - rasm. Ilmiy - tadqiqot ishining dastlabki ilmiy gipotezasi

O‘zbekiston Respublikasi hududida gidrometeorologik hodisalarni prognoz qilish, nazorat – monitoring, talofatlarini oldini olish va xavfli hodisalarning ma’lumotlarini statistik tahlili bilan shug‘ullanadigan tashkilotlardan olingan va ilmiy tadqiqot davomida to‘plangan ma’lumotlarga ko‘ra tog‘ va tog‘ oldi hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta’sir qiluvchi

xavfli hodisalar (qor ko‘chkisi) ma’lumotlari yig‘ildi. Bu ma’lumotlar qor ko‘chkilari bo‘yicha 1953 - 2023 - yillar oralig‘ida olingan bo‘lib, 15000 dan ortiqni tashkil etadi. Bu ma’lumotlar asosida tadqiqot ishi rejalashtirildi, tadqiqot ishining maqsad va vazifalaridan kelib chiqib uning strukturasi shakllantirildi (4 – rasm).



4 - rasm. Ilmiy tadqiqot ishining strukturasi

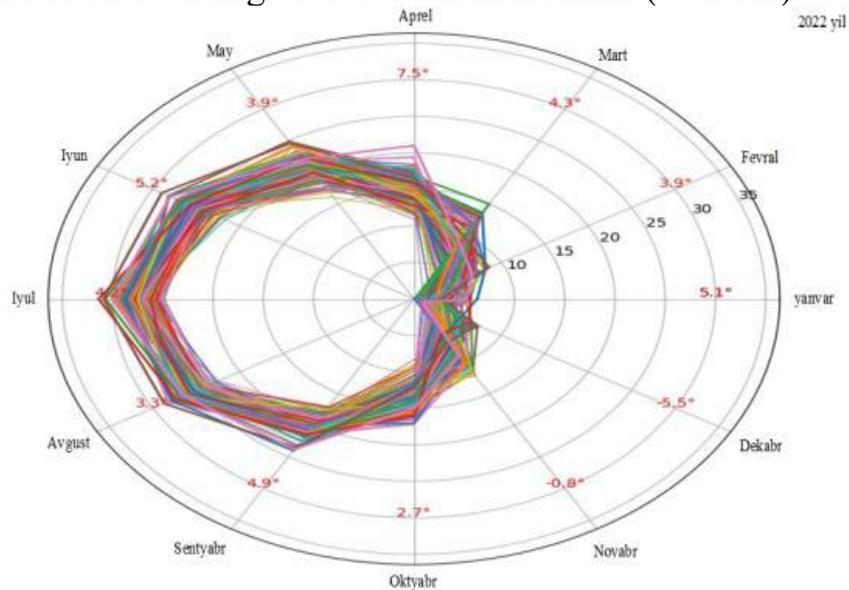
Hozirgi kunda tog‘ va tog‘ oldi hududlardan o‘tgan tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirish bo‘yicha xorijdagi va yurtimizdagi tadqiqotchilar tomonidan juda ko‘p tadqiqot ishlari olib borilgan: Qor ko‘chkilarni prognoz qilish usullarini tanqidiy ko‘rib chiqish va ularning Qamchiq dovoni hududiga qo‘llanilishini baholash; Qamchiq dovoni o‘tgan A - 373 “M 39 - Guliston – Buka – Angren – Qo‘qon va Andijon orqali – O‘sh” avtomobil yo‘lida (185 – 285 km oralig‘i) avtomobil yo‘lining gidrometeorologik xavfli hodisalardan xavfsizligini ta‘minlash tizimi va boshqa ilmiy ishlardan iborat.

Tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirilmaganligi sababli O‘zbekiston Respublikasida tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida transport oqimi harakatining uzluksizligini ta‘minlashni qiyinlashtirgani aniqlandi. Ushbu ilmiy ish bu muammoni bartaraf etishga qaratilgan.

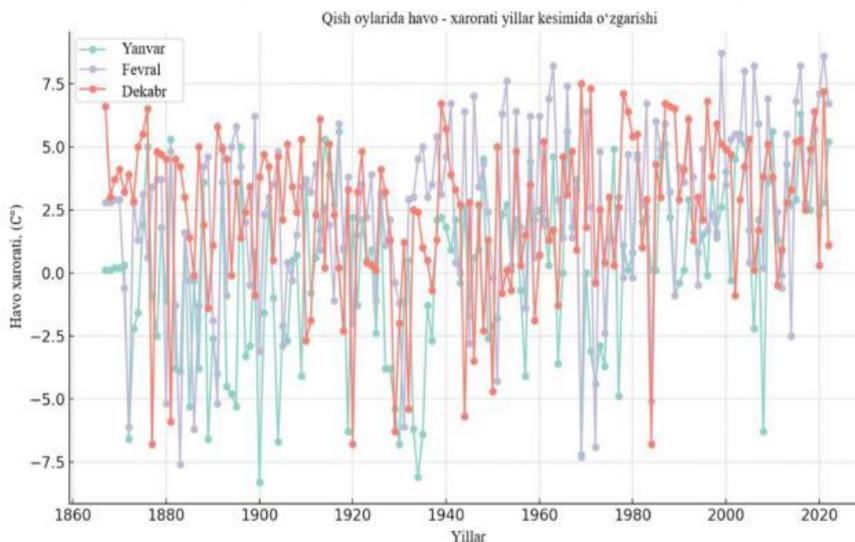
Dissertatsiyaning **“Tog‘li hududlarda iqlim o‘zgarishining avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta’sirini tadqiq qilish”** deb nomlangan ikkinchi bobida O‘zbekiston Respublikasining tog‘li hududlarida iqlim o‘zgarishlari tadqiq qilingan. Tadqiqotlar natijasida iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda sodir bo‘lgan qor ko‘chkilari va potensial qor ko‘chki mintaqalarining innovatsion tematik elektron xaritalari yaratilgan. Tog‘li hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llariga ta’sir qiluvchi qor ko‘chkilarining transport oqimini xavfsiz va to‘xtovsiz harakatiga

ta'siri tadqiq qilingan. Tadqiqot obyekti Qamchiq dovoni orqali o'tganligi uchun Ohangaron va Sirdaryo havzalarida havo haroratining o'zgarishi tadqiq qilinganda yoz oylarida o'rtacha 3 °C ga va qish oylarida o'rtacha 5 °C ga oshganligi aniqlandi.

Tadqiqot obyekti hisoblangan A - 373 "M-39 Guliston – Bo'ka – Angren - Qo'qon va Andijon orqali O'sh" avtomobil yo'li joylashgan hududda 3 ta meteostansiya mavjud. Meteostansiyalardan olingan 200 yillik ma'lumotlar tahlil qilinganda Qamchiq dovoni hududida havo – harorati ortib borganligini ko'rish mumkin. Havo - haroratining ko'tarilishi tog' va tog' oldi yo'llarida o'ziga xos xavfli hodisalar sodir bo'lishiga sabab bo'lishi mumkin (5 - rasm).



5 - rasm. Qamchiq dovonida yillar kesimida havo - haroratining o'zgarishi
Tadqiqot obyektida sodir bo'layotgan xavfli hodisalarning asosiy sabablaridan biri iqlimning keskin o'zgarishlari ekanligi aniqlandi. Keyingi yillarda kuzatilayotgan anomal sovuq va anomal issiq ham buni tasdiqlab turibdi (6 - rasm).

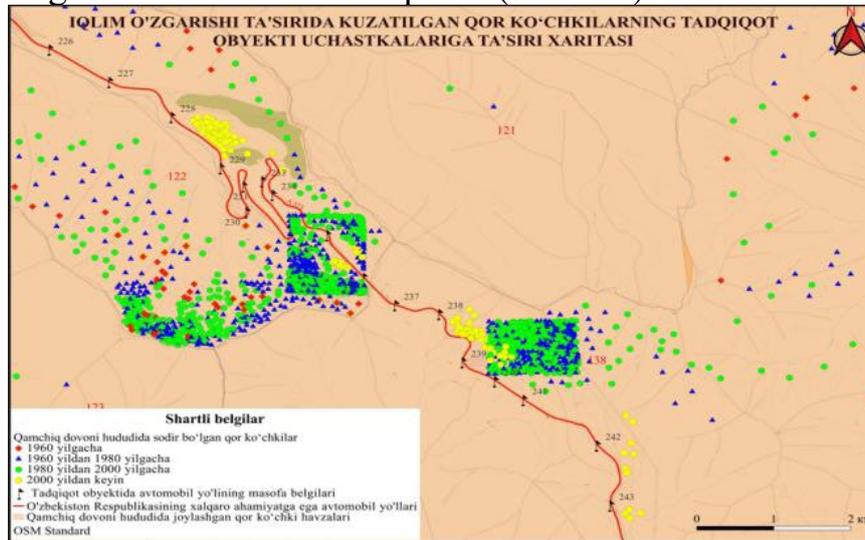


6 - rasm. Qamchiq dovonida qish oylarida havo - haroratining yillar kesimida o'zgarishi

Yoz oylarida havo – harorati oshayotgan bo'lsada, qish faslida noodatiy iqlim tufayli havo harorati keskin o'zgarimoqda, bu esa o'z navbatida xavfli iqlim hodisalari keskin ortishiga sabab bo'lmoqda.

Tadqiqot davomida avtomobil yo‘llariga ta’sir qiluvchi bir qancha xavfli hodisalarning statistik ma’lumotlari asosida tadqiq qilinganda tadqiqot obyektida transport vositalarining xavfsiz va to‘xtovsiz harakatiga eng ko‘p qor ko‘chkisi va yo‘l transport hodisalari sabab bo‘lganligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida 15000 dan ortiq qor ko‘chkilari tadqiq qilindi va natijalarga ko‘ra tadqiqot obyektining 4 ta (228 – 229 kmlar oralig‘ida, 235 – 237 kmlar oralig‘ida, 238 – 240 kmlar oralig‘ida va 242 – 243 kmlar oralig‘ida) uchastkasida avtomobil yo‘liga ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi (7 - rasm).



7 - rasm. Iqlim ta’sirida kuzatilgan qor ko‘chkilarining tadqiqot obyektiga uchastkalariga ta’siri xaritasi

Qor ko‘chkilarining sodir bo‘lish hududlari iqlim o‘zgarishlariga (havo haroratining ko‘tarilishi) bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Iqlim o‘zgarishi sababli qor ko‘chkilarining sodir bo‘lish uchastkalari nisbatan yuqori tog‘ etaklariga ko‘tarilganligi aniqlandi. Muqaddam tadqiqot obyektiga joylashgan Ohangaron va Sirdaryo havzalari quyidagi tartibda qor ko‘chkisi sodir bo‘ladigan uchastkalarga bo‘lib chiqilgan (8 - rasm).



8 - rasm. Ohangaron va Sirdaryo havzasida qor ko‘chkisi sodir bo‘ladigan uchastkalar

Oxirgi yillarda qor ko‘chkilari sodir bo‘lish joylari o‘zgarganligi geoaxborot

tizimlari yordamida aniqlandi. 2000 yilgacha sodir bo'lgan qor ko'chkilariga nisbatan 2000 yildan keyingi sodir bo'lgan qor ko'chkilari iqlim o'zgarishi ta'sirida o'zgarganligini aniqlandi.

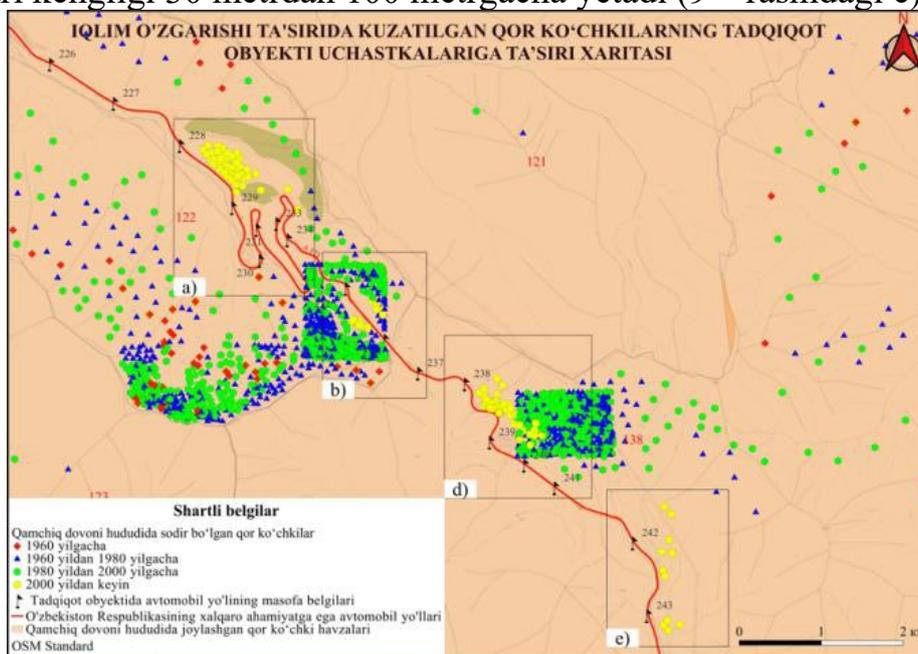
Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, tadqiqot obyekti A - 373 "M - 39 Guliston – Bo'ka – Angren - Qo'qon va Andijon orqali O'sh" avtomobil yo'lining 4 ta uchastkasida hozirgi kunda qor ko'chkilari sodir bo'layotganligi aniqlandi.

Birinchi uchastka (9 – rasmdagi a) hudud), tadqiqot obyektining 228 - 229 kmlar oralig'ida avtomobil yo'lining chap tomonida sodir bo'lgan, bu tomonda qor ko'chkisini himoya qiluvchi inshootlar mavjud emas.

Ikkinchi uchastka, tadqiqot obyektining 235 – 237 kmlarida joylashgan, bu uchastkada 1072 metrlik tunnel joylashgan, shuning uchun qor ko'chkilari avtomobil yo'lida transport vositalarining harakatiga ta'sir ko'rsatmaydi (9 – rasmdagi b) hudud). Qamchiq dovonida 2002 yil qurilgan ikkita tunnel mavjud.

Uchinchi uchastka, tadqiqot obyektining 238 – 240 kmlarida joylashgan, bu uchastkada qor ko'chkilari nisbatan ko'proq sodir bo'lib, avtomobil yo'lga ta'sir ko'rsatadi (9 – rasmdagi d) hudud).

To'rtinchi uchastka, tadqiqot obyektining 242 – 243 kmlar oralig'ida joylashgan, bu uchastkada qor ko'chkilari nisbatan avtomobil yo'llariga kamroq ta'sir qiladi. Uchastka Qurama tog' tizmasining shimoli – sharqiy qismida joylashgan, Ikkibelsoy va Rezaksoy havzasi ham 138 - qor ko'chkisi hosil bo'luvchi uchastkada joylashgan. Ikkibelsoy shimoli – g'arbiy tomondan janubi – sharqiy tomonga qarab oqadi. Soyning ikki sohili balandliklari bir – biriga yaqin, o'ng qirg'og'i – dengiz sathidan 2448 metr va chap tomon qirg'og'i balandligi – dengiz sathidan 2585 metrni tashkil etadi. Rezaksoy v – shakldan tashkil topgan bo'lib, ba'zi joylari kengligi 30 metrdan 100 metrgacha yetadi (9 – rasmdagi e) hudud).

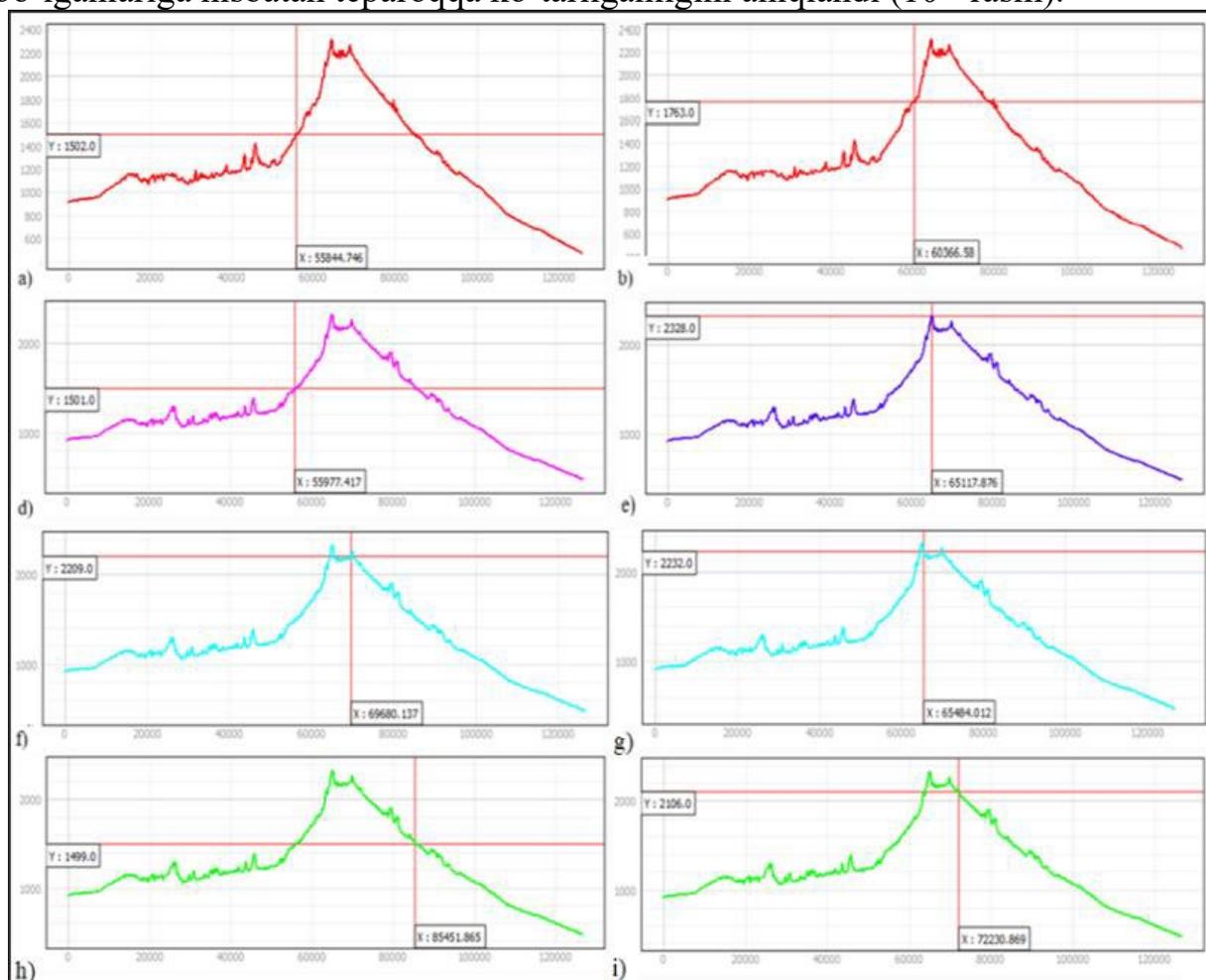


9–rasm. 2000 yillardan keyin kuzatilgan qor ko'chkilarning tadqiqot obyekti uchastkalariga ta'siri; a) tadqiqot obyektining 228 – 229 kmlar oralig'ida avtomobil yo'lining chap tomonida sodir bo'ladi; b) tadqiqot obyektining 235 – 237 kmlarida joylashgan avtomobil yo'lining ikkala tomonida sodir bo'ladi, lekin bu uchastkada

1072 metrlik tunnel joylashgan qor ko'chkilari avtomobil yo'liga ta'sir ko'rsatmaydi. d) tadqiqot obyektining 238 – 240 kmlarida oralig'ida avtomobil yo'lining chap tomonida sodir bo'ladi; e) tadqiqot obyektining 242 – 243 kmlar oralig'ida avtomobil yo'lining chap tomonida sodir bo'ladi.

Geoaxborot tizimlaridan foydalanilgan holda elektron mavzuli xaritalar yordamida tadqiqot natijalari tahlil qilindi. Keyingi yillarda sodir bo'lgan qor ko'chkilari yuqoridagi to'rtta uchastkada sodir bo'lgan, bu uchastkalardan bittasida qor ko'chkilari avtomobil yo'liga ta'sir ko'rsatmaydi, chunki tadqiqot objekti A - 373 "M-39 Guliston – Bo'ka – Angren - Qo'qon va Andijon orqali O'sh" avtomobil yo'lining 235 – 237 kmlarida 1072 metrlik tunnel joylashgan. Qolgan uchta uchastkada qor ko'chkilari avtomobil yo'llariga ta'sir qilishi aniqlandi.

Tog' va tog' oldi hududlarida iqlim o'zgarishi oqibatida avtomobil yo'llaridagi ekspluatatsiya sharoitiga xavfli hodisalar ta'sirini tadqiq qilish amalga oshirildi. Tadqiqot obyektida havo – iqlim omillarining ta'siri sababli 2000 yildan keyin sodir bo'lishi mumkin bo'lgan qor ko'chkilarining joylari 2000 yilgacha sodir bo'lganlariga nisbatan teparoqqa ko'tarilganligini aniqlandi (10 - rasm).



10 - rasm. Havo – iqlim omillari o'zgarishi oqibatida avtomobil yo'llarida sodir bo'ladigan qor ko'chkilari joylari o'zgargan; a) va b) 1 uchastka, d) va e) 2 uchastka, f) va g) 3 uchastka, h) va i) 4 uchastkalardagi holatlar

Tadqiqot objekti A - 373 "M-39 Guliston – Bo'ka – Angren - Qo'qon va Andijon orqali O'sh" avtomobil yo'lining kilometr kesimida oxirgi 10, 20 va 30 yil ichida ta'sir qilgan qor ko'chkilar tarqalishi ham shuni ko'rsatib turibdiki, iqlim

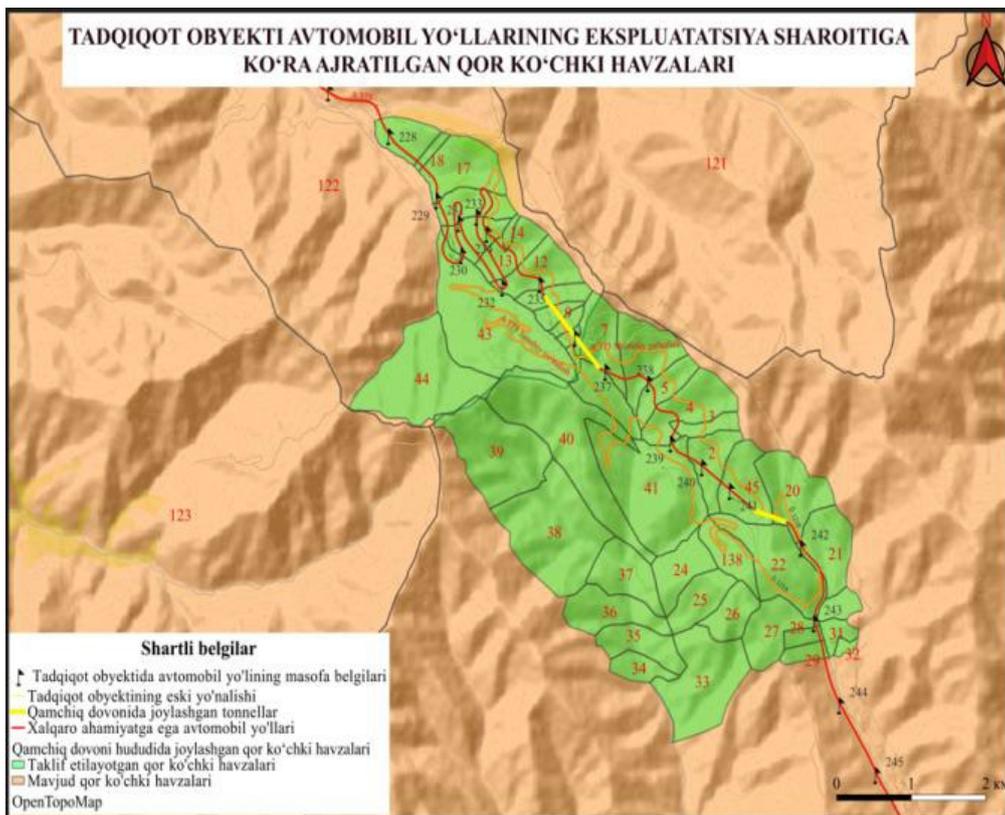
o'zgarishi oqibatida qor ko'chkisi kuzatilayotgan uchastkalar tog' bo'ylab yuqoriga siljiganligini ko'rish mumkin.

Statistik tahlil natijalariga ko'ra A - 373 "M-39 Guliston - Bo'ka - Angren - Qo'qon va Andijon orqali O'sh" avtomobil yo'lining 185 - 285 km qismiga ta'sir ko'rsatishi yillar kesimida aniqlandi. Qor ko'chkilari sodir bo'lishi natijasi avtomobil yo'lida transport vositalarining harakati cheklanishi hisobiga har yili minglab odamlar o'z manzillariga yetolmasdan turli murakkabliklarga uchramoqda, misol uchun 2021 yil 12 - martda sodir bo'lgan 5 ta qor ko'chkilarining umumiy hajmi 4 mln. m³ tashkil etgan, buning oqibatida avtomobil yo'li yopilib 790 ta transport vositasi va 3100 kishi avtomobil yo'lida qolib ketgan. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, har yili eng kamida A - 373 "M - 39 Guliston - Bo'ka - Angren - Qo'qon va Andijon orqali O'sh" avtomobil yo'li 5 kun yopilishi kuzatiladi (11 - rasm).



11 - rasm. Qor ko'chkilari tufayli yillar kesimida avtomobil yo'lining yopilishi

Tadqiqot obyektida 2000 yildan keyingi sodir bo'lgan barcha qor ko'chkilar tadqiq qilinganda, transport vositalarining xavfsiz va to'xtovsiz harakatiga ta'sir ko'rsatgan qor ko'chkilar sodir bo'lgan joylarining qor ko'chki o'choqlari ajratib chiqildi (12 - rasm).



12 - rasm. Tadqiqot obyektida avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ko‘ra ajratilgan qor ko‘chki o‘choqlari

Tog‘li hududlarda joylashgan avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining transport vositalarining xavfsiz va to‘xtovsiz harakatiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishini kamaytirish uchun keyingi boblarda mukammal yondashuvlar taklif etiladi. Keyingi bobda tog‘li hududlarda transport vositalarining xavfsiz va to‘xtovsiz harakatini tashkil etish bo‘yicha ishlar tashkil etiladi. Yuqorida tadqiq qilingan 4 ta uchastkadan 3 tasida qor ko‘chki xavfi kuzatilishi mumkin. Shu uchastkalarda qor ko‘chkilarini oldini olish uchun muhandislik inshootlarini o‘rnatish bo‘yicha tavsiyalar va qor ko‘chkilarini prognozlash usuli takomillashtirilgan.

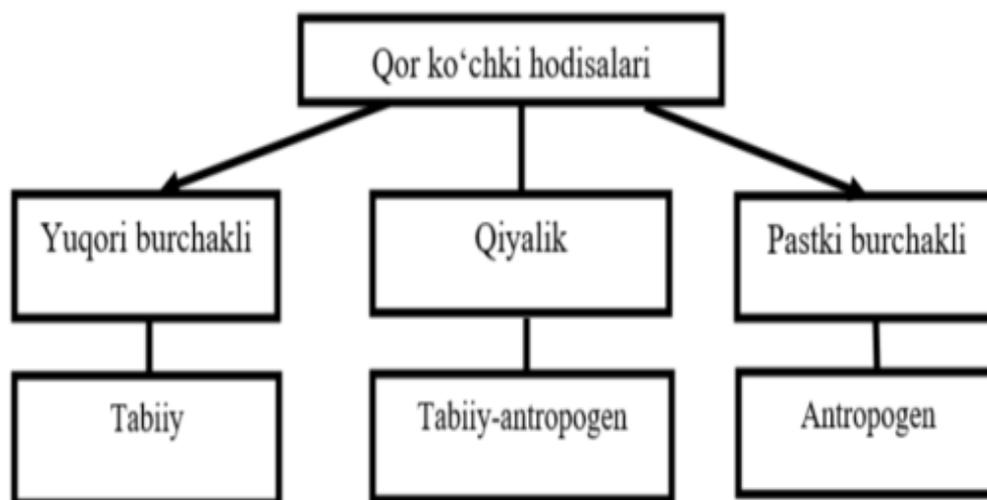
Qor ko‘chkisi balandligi va qor ko‘chkisi masofasi o‘rtasida kuchli bog‘liqlik mavjud bo‘lsada, massasi, hajmi yoki maydoni bilan bunday aniq aloqa ishlamaydi.

Dissertatsiyaning **“Tog‘li hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llariga ta‘sir qiluvchi qor ko‘chkilarining shakllanishi va ta‘sirini tadqiq qilish”** deb nomlangan uchinchi bobida Tog‘li hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta‘sir qiluvchi qor ko‘chkilarining shakllanishi tadqiq qilingan. Avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitida transport vositalarining xavfsiz va to‘xtovsiz harakatini tashkil etish asosan muhandislik inshootlarini qo‘llashga asoslangan. Tog‘li hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llariga ta‘sir qiluvchi qor ko‘chkilarini prognoz qilish usuli takomillashtirilgan.

Haddan tashqari xavfli ekspluatatsiya sharoitlar tufayli avtomobil yo‘lini qor ko‘chkisi chizig‘idan pastda samarali himoya tuzilmalari va tadbirlarini loyihalashni talab etadi.

Favqulodda vaziyatlarni keltirib chiqaradigan qor ko‘chkisi hodisalarini yuqori burchakli (tabiiy), pastki burchakli (tabiiy-antropogen), qiyalik (antropogen)

- inson ta'siri natijasida transport vositalarining xavfsiz va to'xtovsiz harakatni tashkil etishga salbiy ta'sir ko'rsatadi (13 - rasm).



13 - rasm. Qor ko'chki hodisalarini avtomobil yo'li o'qiga nisbatan joylashishiga qarab tasniflash

Tog' va tog' oldi hududlarda avtomobil yo'llari infratuzilmasi obyektlarini himoya qilish uchun qishda qor ko'chkilariga qarshi muvaffaqiyatli kurashish uchun qor ko'chkisi bo'lgan joylarni batafsil monitoring qilish kerak.

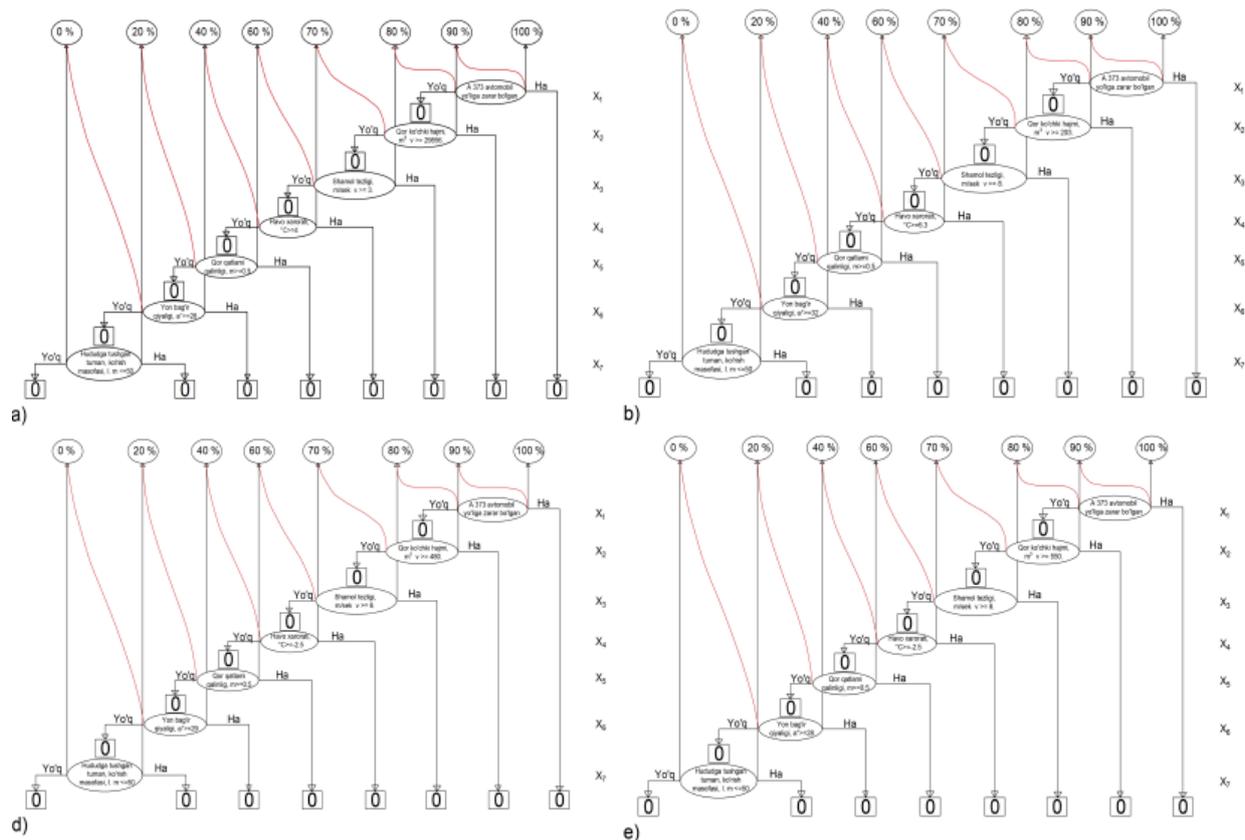
Qor ko'chkisi vaqti va parametrlarini prognoz qilish ekspluatatsiya qilish, favqulodda vaziyatlar vazirligining qutqaruvchilarining eng muhim vazifalaridan hisoblanadi. Qor ko'chkisi sodir bo'lgan joylarda muhandislik inshootining to'g'ri joylashishiga, himoya inshootining transport vositalarining xavfsiz harakati va avtomobil yo'llarining ekspluatatsiya sharoitlarini saqlab turish kerak.

Tog'li sharoitdagi avtomobil yo'llari katta qiyaliklar va kichik radiusli egriliklardan iborat bo'lib, harakatning xavflilik darajasi yuqori va murakkab obyekt hisoblanadi.

Ushbu tizimda optimallashtirish vazifasi transport oqimi uchun xavfsiz rejimda va ekologik zararni minimallashtirish bilan yo'lning ishonchli va uzoq muddatli ishlashini ta'minlaydigan quyi tizimlarning (avtomobil yo'li - transport vositalari - iqlim o'zgarishi) o'zaro ta'sir qilish sxemalarini tashkil etishdan iborat. Optimallashtirish muammosini hal qilishning asosiy usuli qor ko'chki xavfi tabiati va parametrlariga qarab qor ko'chkisidan himoya inshootlari, tadbirlari va qurilmalarini ishlab chiqishda taqdim etilishi mumkin.

Avtomobil yo'llari va iqlim o'zgarishi muhitining o'zaro ta'sir qiluvchi omillarini tahlil qilish boshqariladigan va boshqarilmaydigan deb tasniflanishi kerak.

Tadqiqot ishlarini olib borish davomida iqlim o'zgarishlari oqibatida sodir bo'lgan qor ko'chkilarni prognozlash usulini takomillashtirish amalga oshirildi. Qor ko'chkilari sodir bo'lishiga ko'ra to'plangan ma'lumotlar guruhlariga ajratib chiqildi. Qor ko'chkilari sodir bo'lishiga ta'sir qilmaydigan (tuman, ko'rish masofasi, transport vositalarining harakat tezligi va boshqalar) ma'lumotlar inobatga olinmadi. Qor ko'chkilari sodir bo'lishiga ta'sir qiluvchi omillarning (tog' yon bag'ri qiyaligi, qor qatlami qalinligi, havo harorati, shamol tezligi, qor ko'chkisi hajmi, avtomobil



15 - rasm. Tadqiqot obyektida avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta’sir qiluvchi qor ko‘chkilarini “Qaror daraxti” modeli yordamida har bir uchastkani prognoz qilish: a) tadqiqot obyektining 228 - 229 kmlar oralig‘ida avtomobil yo‘lining chap tomonida sodir bo‘ladi; b) tadqiqot obyektining 235 - 237 kmlarida joylashgan avtomobil yo‘lining ikkala tomonida sodir bo‘ladi, lekin bu uchastkada 1072 metrlik tunnel joylashgan qor ko‘chkilari avtomobil yo‘liga ta’sir ko‘rsatmaydi. d) tadqiqot obyektining 238 - 240 kmlarida oralig‘ida avtomobil yo‘lining chap tomonida sodir bo‘ladi; e) tadqiqot obyektining 242 - 243 kmlar oralig‘ida avtomobil yo‘lining chap tomonida sodir bo‘ladi.

O‘zbekiston Respublikasi va boshqa davlatlarda ham avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoiti hamda infratuzilma obyektlariga qor ko‘chkilarini ta’sirlarini oldini olish uchun prognoz qilish usullari ishlab chiqilgan, lekin ishlab chiqilgan prognoz qilish usullariga nisbatan tadqiqot asosida tavsiya etilgan takomillashtirilgan qor ko‘chkilarini prognoz qilish usulini qo‘llashning iqtisodiy samaradorligini aniqlash kerak bo‘ladi.

Dissertatsiyaning **“Tog‘li hududlardan o‘tgan avtomobil yo‘llariga ta’sir qiluvchi qor ko‘chkilar bo‘yicha ishlab chiqilgan tavsiyalarning iqtisodiy samaradorligi”** deb nomlangan to‘rtinchi bobida tog‘li hududlarda avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitiga ta’sir qiluvchi qor ko‘chkilarini prognoz qilishning takomillashtirilgan usulining iqtisodiy samaradorligi hisoblangan.

Iqtisodiy samaradorlikni hisoblashda Jahon tajribasini hisobga olsak, qor ko‘chkilari sodir bo‘lishi oqibatida yo‘ldan foydalanuvchilar xarajatlarini hisoblashda HDM – 4 RUC dasturi yordamida ham hisoblab chiqish imkoni mavjud.

Tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida transport oqimi harakatining uzluksizligini ta’minlash maqsadida qor ko‘chkilarning sodir bo‘lishini prognozlash

usulini iqlim o'zgarishini hisobga olgan holda takomillashtirishning iqtisodiy samaradorligi:

Iqtisodiy samaradorlik = Tayyorgarliksiz umumiy yo'qotishlar - Tayyorgarlik bilan umumiy xarajatlar

$$7\,455\,193\,250 \text{ so'm} - 5\,422\,154\,600 \text{ so'm} = \mathbf{2\,003\,038\,650} \text{ so'm}$$

Hisob ishlaridan ma'lum bo'ldiki, tadqiqot obyektida transport oqimi harakatining uzluksizligini ta'minlash hisobiga keladigan iqtisodiy samaradorlik bir yil davomida **2 003 038 650** so'mni tashkil qiladi.

XULOSA

“Tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining sodir bo‘lishini prognozlash usulini takomillashtirish (Qamchiq dovoni misolida)” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiya ishi bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalarida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. tadqiqot obyektining O‘zbekiston Respublikasi iqtisodiy va ijtimoiy – siyosiy jihatdan strategik ahamiyati, tadqiqot obyektiga ta‘sir qiluvchi qor ko‘chki hodisalarning shakllanishi nazariy ma‘lumotlar asosida aniqlandi;

2. tadqiqot objekti sifatida belgilab olingan A - 373 “M-39 Guliston – Bo‘ka – Angren - Qo‘qon va Andijon orqali O‘sh” avtomobil yo‘li joylashgan hududning 3D shakli geoaxborot texnologiyalarini qo‘llash orqali yaratildi;

3. A - 373 “M-39 Guliston – Bo‘ka – Angren - Qo‘qon va Andijon orqali O‘sh” avtomobil yo‘lida harakat jadalligi 2023 yilda oldingi yillarga nisbatan 7 barobarga oshganligi aniqlandi;

4. O‘zbekiston Respublikasida iqlim va havo haroratining o‘zgarishi tadqiq qilindi. Tog‘ va tog‘ oldi hududlarida iqlim o‘zgarishi tadqiq qilinganda, qor ko‘chkilari sodir bo‘ladigan qish faslining dekabr oyida -5,5 gradus, yanvarda 1,5 gradusga hamda fevral oyida 1 gradusga o‘zgarganligi aniqlandi;

5. tog‘li sharoitdagi avtomobil yo‘llarida qor ko‘chkilarining innovatsion elektron mavzuli xaritalari yaratildi. Yaratilgan innovatsion elektron mavzuli xaritaga asosan 2000 yildan keyingi qor ko‘chkilar ta‘siri tadqiqot obyektining 4 ta yo‘l uchastkalariga ta‘sir ko‘rsatishi innovatsion elektron mavzuli xaritalari asosida aniqlandi;

6. tadqiqot obyektining yuqorida sanab o‘tilgan uchastkalarining birinchisida qor ko‘chkilari 2000 yilgacha dengiz sathidan 1502 metrda sodir bo‘lgan 2000 yildan keyin esa 1763 metr balandliklarda sodir bo‘lganligi aniqlandi. Ikkinchi uchastkada qor ko‘chkilari 2000 yilgacha dengiz sathidan 1501 metrda sodir bo‘lgan 2000 yildan keyin esa 2326 metr balandliklarda sodir bo‘lganligi aniqlandi. Uchinchi uchastkada qor ko‘chkilari 2000 yilgacha dengiz sathidan 2209 metrda sodir bo‘lgan 2000 yildan keyin esa 2232 metr balandliklarda sodir bo‘lganligi aniqlandi. To‘rtinchi uchastkada esa qor ko‘chkilari 2000 yilgacha dengiz sathidan 1499 metrda sodir bo‘lgan 2000 yildan keyin esa 2106 metr balandliklarda sodir bo‘lganligi aniqlandi.

7. O‘zbekiston Respublikasining tog‘li hududlarida joylashgan avtomobil yo‘llarining ekspluatatsiya sharoitida xavfsiz va to‘xtovsiz harakatga ta‘sir ko‘rsatuvchi qor ko‘chkilarining ta‘sirini “Qaror daraxti” modeli yordamida prognozlash usuli takomillashtirildi;

8. tadqiqot ilmiy natijalarini tadbqiq etishning iqtisodiy samaradorligi bir sutkada transport vositalarining xavfsiz va to‘xtovsiz harakatini tashkil etish orqali **2 003 038 650** (ikki milliard uch million o‘ttiz sakkiz ming olti yuz ellik) so‘m miqdorda iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.15/31.08.2022.Т.73.05 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ЯДГАРОВ СИРОЖИДДИН НОМОЗОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ СНЕЖНЫХ ЛАВИН НА АВТОМОБИЛЬНЫХ
ДОРОГАХ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРЕВАЛА
КАМЧИК)**

**05.09.02 - «Геотехника» (по направлениям дороги, цифровизация дорог и
безопасность дорожного движения. Дорожная телематика)**

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за В2024.3. PhD/Т4966.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб – сайта (www.tstu.uz) и в информационно – образовательном «Ziyounet» по адресу www.ziyounat.uz

Научный руководитель: **Садиков Жамшид Ибрагим угли**
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Салиханов Саидхон Салиханович**
кандидат технических наук, профессор
Хотамов Асадулла Тоштемирович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация: **Наманганский инженерно-строительный институт**

Защита диссертации состоится “___” _____ 2024 г. в _____ часов на заседании Научного совета PhD.15/31.08.2022.Т.73.05 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167. г. Ташкент, улица Адылходжаев, 1. Тел/факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентском государственном транспортном университете. (зарегистрирована №___). (Адрес: 100167. г. Ташкент, улица Адылходжаев, 1. Тел/факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Автореферат диссертации разослон “___” _____ 2024 года.
(реестр протокола рассылки № ___ от “___” _____ 2024 года).

А.Х. Уроков

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

Р.М. Худайкулов

Ученый секретар научного совета по
присуждению ученых степеней,
PhD, профессор

И.С. Садиков

Председатель Научного семинара при
научном совете по присуждению
ученых степеней д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность темы исследования. В мире, в том числе в Узбекистане, согласно заключениям ученых по изменению климата, важное значение имеет вопрос предотвращения снежных лавин из-за повышения средней температуры воздуха, сильных осадков, внезапных похолоданий, неблагоприятных гидрометеорологических явлений. Проведенный анализ показывает, что аномальные холода, наблюдавшиеся зимой 2023 года, аномальная жара летом, опасные климатические явления, произошедшие в 2024 году, также являются следствием изменения климата. Кроме того, экологическая катастрофа высыхающего Аральского моря считается одной из четырех наиболее актуальных проблем в мире. В то же время изменение климата, как и во всех сферах, оказывает значительное влияние на инфраструктуру автомобильных дорог. В связи с этим особое внимание уделяется выявлению причин возникновения снежных лавин на автомобильных дорогах, проходящих через горные районы, и прогнозированию их схода, созданию единой базы данных об очагах возможного схода лавин, моделированию возникновения снежных лавин во времени и повышению эффективности мероприятий, направленных на их предотвращение.

В мире проводятся научно-исследовательские работы по обеспечению непрерывного движения транспортных потоков на автомобильных дорогах, проходящих через горные и предгорные районы, постоянному мониторингу изменения температуры воздуха, созданию электронных тематических карт территорий, подверженных снежным лавинам, моделированию схода снежных лавин и оптимизации работ по их предупреждению, классификации и прогнозированию снежных лавин. При сходе снежных лавин на автомобильных дорогах в горных и предгорных районах актуальное значение приобретает усовершенствованный способ оперативной ликвидации последствий (на основе принципов места и времени их возникновения), а также усовершенствованный способ прогнозирования снежных лавин с помощью метода “Дерево решений” (decision tree) с учетом климатических изменений на автомобильных дорогах и показателей, влияющих на образование снежных лавин (температура воздуха, крутизна склона, толщина снежного покрова, объем снежной массы).

В Республике проводятся широкомасштабные мероприятия по разработке и практическому применению новых технологий, способствующих повышению срока службы и улучшению потребительских характеристик горных и предгорных автомобильных дорог, на которых возможен сход снежных лавин, а также повышению эффективности работ по предотвращению схода снежных лавин. В “Национальном плане действий” Республики Узбекистан по снижению риска стихийных бедствий и повышению устойчивости к изменению климата на 2023 - 2030 годы определены задачи, в том числе “Разработка и организация эффективной реализации национального плана действий по борьбе с изменением климата и

рисками стихийных бедствий”. При реализации этих задач, в частности, важным является мониторинг и прогнозирование схода снежных лавин с выявлением лавиноопасных территорий, развитие сетей наблюдения и контроля за гидрометеорологическими параметрами, подготовка прогнозных данных и карт лавинной опасности, их регулярное обновление.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит обеспечению исполнения задач, установленных в нормативно-правовых документах, а также в Указе Президента Республики Узбекистан №60 “О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы”, ПП №171 “О мерах по эффективной организации деятельности Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата”, ПП №190 “О мерах по надежному обеспечению безопасности человека и резкому сокращению случаев смертности на автомобильных дорогах”, постановление КМ №362 “О разработке национального плана действий по противодействию изменению климата и рискам стихийных бедствий и организации его эффективной реализации”, а также в других нормативно-правовых документах, относящихся к данной сфере деятельности.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и техники в республике. Диссертационное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий республики V. “Разработка национального плана действий по противодействию изменению климата и риску стихийных бедствий и организация его эффективной реализации”.

Уровень изученности проблемы. Теоретические и практические исследования по совершенствованию метода прогнозирования схода снежных лавин на горных автомобильных дорогах (на примере перевала Камчик) проводятся в научных центрах, университетах и научно-исследовательских институтах следующих стран, в том числе: Мичиганский университет (США), Токийский университет (Япония), Рейнско-Вестфальский технический университет Ахена (Германия), Шведский национальный научно-исследовательский институт автомобильных дорог и транспорта (VTI) (Швеция), Российский научно-исследовательский институт автомобильных дорог (РосдорНИИ), Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ), Казахстанский научно-исследовательский институт автомобильных дорог (КаздорНИИ), Белорусский национальный технический университет (БНТУ), Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан), а также Научно-исследовательский институт гидрометеорологии (Узбекистан) и многих других научно-исследовательских учреждениях.

В мировой практике разработаны различные методы совершенствования прогнозирования снежных лавин на горных автомобильных дорогах (на примере перевала Камчик). Над совершенствованием методов прогнозирования снежных лавин на горных автомобильных дорогах работали крупнейшие ученые-исследователи мира и нашей страны, в том числе за рубежом: James E. Neuman, Jason Price, Paul Chinowsky, Leonard Wright, Lindsay Ludwig, Richard Streeter, Russell Jones, Joel B. Smith, William Perkins,

Lesley Jantarasami; в странах СНГ: Б.А. Акимов, Э.О. Иванова, С.П. Сушев, Н.В. Хованова, М.А. Ахмедов, К.Д. Салямова и другие. В нашей республике научно-исследовательские работы по совершенствованию методов прогнозирования снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях проводились А.Х. Ураковым, И.С. Садыковым, К.Х. Азизовым, Ж.И. Садыковым, Б.К. Саревым, Э. Семаковой, Д.Р. Юнусовым, Л.А. Канаевым, К.Б. Билоловым и другими. Научно-исследовательские работы по совершенствованию метода прогнозирования оползней на автомобильных дорогах в горных условиях проводились А.Х. Ураковым, И.С. Садыковым, К.Х. Азизовым, Ж.И. Садыковым, Б.К. Царевым, Э. Семаковой, Д.Р. Юнусовым, Л.А. Канаевым, К.Б. Билоловым и другими.

В них комплексно изучены оценка климатических факторов на горных автомобильных дорогах в неизменных условиях эксплуатации и влияние опасных явлений на условия эксплуатации автомобильных дорог. Однако в научных исследованиях, посвященных совершенствованию метода прогнозирования снежных лавин на горных автомобильных дорогах, проблема изучена недостаточно.

Отсутствие современных методов математико-статистического анализа затрудняет прогнозирование схода снежных лавин на горных автомобильных дорогах в Республике Узбекистан. Именно это обстоятельство послужило основанием для выбора темы данной диссертационной работы, определения ее целей и задач.

Соответствие диссертационного исследования планам научно-исследовательской работы высшего учебного заведения, в котором выполнялась диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проекта №А-3-54 “Совершенствование систем управления дорожными активами”, входящего в план научно-исследовательских работ кафедры “Строительство и эксплуатация автомобильных дорог” Ташкентского государственного транспортного университета.

Целью исследования является совершенствование метода прогнозирования возникновения лавин с учетом климатических изменений для обеспечения бесперебойного движения транспортных потоков по автомобильным дорогам в горных условиях.

Задачами исследования являются следующее:

анализ процессов формирования и возникновения лавин на автомобильных дорогах с учетом изменения климата;

создание инновационных тематических электронных карт лавин и потенциальных лавинных регионов с учетом изменения климата на автомагистралях в горных районах;

исследование влияния изменения климата и особенностей рельефа на возникновение лавин на автомобильных дорогах;

совершенствование метода прогнозирования лавинного воздействия на автомобильные дороги;

разработка рекомендаций по предотвращению схода лавин, влияющих на автомобильные дороги, и оценка их экономической эффективности.

Объекты исследования приняты автомобильные дороги, проходящие через горные районы (участок 185 - 285 км автодороги А - 373 “Ташкент - Ахангаран – Ангрэн - Коканд – Шахрихан – Андижан” (на территории Республики Узбекистан)).

Предметом исследования являются лавины, вызванные изменением климата, влияющим на условия эксплуатации автомагистралей в горных условиях.

Методы исследования. Сравнение, визуализация, регрессионные законы, теория вероятностей, обработка данных и математическая статистика, дерево решений, анализ географических данных (технология ГИС).

Научная новизна исследования:

разработаны инновационные тематические электронные карты, основанные на географических и метеорологических данных зон схода снежных лавин, произошедших в горных районах с учетом изменения климата;

с помощью регрессионных моделей научно обоснованы закономерности влияния изменения климата и особенностей рельефа на возникновение снежных лавин в горных районах;

с учетом изменения климата на автомобильных дорогах усовершенствован метод прогнозирования снежных лавин с помощью метода “Дерево решений” (decision tree), учитывающий показатели, способствующие образованию лавин (температура воздуха, крутизна склонов, толщина снежного покрова, объем снежной массы);

Усовершенствован метод оперативной ликвидации снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях (на основе принципов места и времени их возникновения).

Практические результаты исследования заключается в следующем:

созданы инновационные тематические электронные карты на основе географических и метеорологических данных снежных лавин и потенциальных лавиноопасных зон, возникающих в горных районах с учетом изменения климата;

усовершенствован метод прогнозирования схода снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обусловлена использованием современных методов и средств исследований, сбором многолетних данных о снежных лавинах, произошедших в результате изменения климата, проведением исследований на основе правил математического моделирования, обработкой результатов экспериментов методами математического численного расчета, а также сравнительным анализом экспериментальных и расчетных данных и их взаимной согласованностью, проведением испытаний на участках объекта исследования, расположенных в горной и предгорной местности, и внедрением результатов в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования

Научная значимость результатов исследования выявлено влияние на условия эксплуатации автомобильных дорог на основе прогнозов изменения климата Республики Узбекистан. Были созданы тематические карты воздействия опасных явлений на автомобильные дороги, проходящие через горные и предгорные районы, и с помощью созданных карт можно отслеживать опасные явления изменения климата и предотвращать эти явления, совершенствуя методы прогнозирования лавин, влияющих на движение транспортных средств по автомобильным дорогам, проходящим через горные и предгорные районы.

Практическая значимость результатов исследования заключается в использовании на основе прогноза изменения климата Республики Узбекистан инновационных тематических электронных карт на основе географических и метеорологических данных лавинных и потенциальных лавинных регионов, возникших с учетом изменения климата в горных районах, с использованием метода прогнозирования возникновения лавинных явлений на автомобильных дорогах в горных условиях, для устранения опасности на участках, подверженных воздействию опасных лавинных явлений на автомобильных дорогах. стиль исполнения объясняется применением.

Внедрение результатов исследования

На основе результатов проведенных исследований по совершенствованию метода прогнозирования возникновения снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях:

на основе географических и метеорологических данных разработаны инновационные тематические электронные карты зон схода снежных лавин, вызванных изменением климата в горных районах, и внедрены в практику на предприятиях, подведомственных Комитету по автомобильным дорогам (справка Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 4 ноября 2024-уил № 03/4175). В результате были достигнуты задачи, определенные в “национальном плане действий” Республики Узбекистан по снижению риска стихийных бедствий и повышению устойчивости к изменению климата на 2023-2030 годы, утвержденном постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 362 “О разработке и организации эффективной реализации национального плана действий в отношении изменения климата и риска стихийных бедствий”, которые включают уточнение территорий с риском схода снежных лавин, их мониторинг, подготовку и регулярное обновление карт, а также решение других приоритетных вопросов, помимо была обновлена информация о расположении очагов схода снежных лавин в районе перевала Камчик;

с помощью регрессионных моделей научно обоснованы закономерности влияния изменения климата и особенностей рельефа на возникновение снежных лавин в горных районах и внедрены в практику на предприятиях, подведомственных Комитету по автомобильным дорогам (справка Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 4 ноября 2024 год № 03/4175). В результате были определены

участки схода снежных лавин в горных районах, и достигнуто снижение среднегодового количества лавин, воздействующих на автомобильные дороги в горных местностях, с 25 до 15;

усовершенствован метод прогнозирования снежных лавин с помощью метода “дерево решений” (decision tree) с учетом показателей (температура воздуха, уклон склонов, толщина снежного покрова, объем снеговой массы), создающих оползни из-за изменения климата на автомобильных дорогах и внедрены в практику на предприятиях, подведомственных Комитету по автомобильным дорогам (справка Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 4 ноября 2024 год № 03/4175). В результате совершенствования метода прогнозирования схода снежных лавин на горных автомобильных дорогах удалось повысить уровень достоверности прогнозов с 30% до 70% по сравнению с предыдущими методами прогнозирования;

усовершенствован метод оперативного устранения снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях (на основе принципов места и времени их возникновения) и внедрены в практику на предприятиях, подведомственных Комитету по автомобильным дорогам (справка Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве транспорта Республики Узбекистан от 4 ноября 2024 год № 03/4175). В результате удалось достичь экономии до 70-75% средств, затрачиваемых на ликвидацию последствий схода снежных лавин на горных автомобильных дорогах и проведение эвакуационных мероприятий.

Апробация результатов исследования. Результаты данной диссертационной работы были представлены и обсуждены на 24 научных, научно-технических конференциях и семинарах международного и республиканского уровня, в том числе на 10 международных конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 24 научные работы, из них 8 научных статей в основных научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации результатов диссертаций на соискание степени доктора философии (PhD), в том числе 5 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, получено 5 авторских свидетельств на программные разработки.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений, общий объем текстовой части составляет 103 страницу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость темы диссертации, его соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены степень изученности проблемы, научная новизна и практические результаты исследования, а также научно-практическая значимость полученных результатов, приводятся данные о внедрении результатов исследований в практику, опубликованных научных работах, структуре и объеме диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной “Актуальность проблемы, цель и задачи исследования” проанализированы особенности автомобильных дорог, проходящих через горные и предгорные районы. Рассмотрены методы прогнозирования схода снежных лавин на горных автомобильных дорогах и проведен анализ соответствующей литературы. Изучены процессы формирования и возникновения снежных лавин с учетом изменения климата, сформулированы научная гипотеза, цель и задачи исследования.

Горные районы занимают 30% территории Республики Узбекистан. Автомобильные дороги, расположенные в горных районах, составляют около 3% от общей дорожной сети Республики Узбекистан. Среди горных автомобильных дорог, проходящих через горные и предгорные районы, статус основных экономических и стратегических объектов имеют: участок перевала “Камчик” автомобильной дороги А-373 “М-39 - Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош”, а также участки перевалов “Тахтакарача” и “Акрабат” автомобильной дороги М-39 “Алма-Ата - Бишкек - Ташкент – Термез”.

Согласно результатам анализа, интенсивность движения в 2023 году увеличилась в 7 раз по сравнению с 2000-ми годами (рис. 1).



Рис.1. Данные об интенсивности движения транспортных средств на автомобильной дороге А – 373 “М 39 – Гулистан – Бука - Ангрэн - через Коканд и Андижан – Ош” за 2000-2023 годы

Как видно из приведенных выше показателей, с увеличением интенсивности движения транспортных средств на объекте исследования затраты на эвакуацию также возрастают, если движение на дороге ограничено из-за опасных явлений (гидрометеорологических, сейсмологических и

геологических явлений), влияющих на автомобильные дороги. Рельеф горных и предгорных территорий также напрямую связан с возникновением вышеуказанных опасных явлений, которые являются объектом исследования (рис.2).



Рис.2. Расположение рельефа автомобильной дороги А - 373 "М 39 - Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан - Ош," являющейся объектом исследования

На автомобильные дороги, проходящие по горным и предгорным районам, влияют различные факторы, такие как снежные лавины, сели, горные обвалы, оползни и другие. На начальном этапе исследовательской работы были изучены и проанализированы все воздействующие опасные явления. По результатам анализа установлено, что на безопасное и бесперебойное движение транспортных средств на автомобильной дороге А-373 "М 39 - Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош" (на участке 185 - 285 км), проходящей через горные и предгорные районы, влияют снежные лавины. Научная гипотеза исследовательской работы заключается в изучении влияния гидрометеорологических явлений, происходящих в предгорных районах в результате изменения климата, на безопасное и бесперебойное движение транспортных средств по автомобильным дорогам (рис. 3).



3 – рисунок. Ранняя научная гипотеза исследовательской работы

По данным, полученным от организаций, занимающихся прогнозированием гидрометеорологических явлений, контрольно-мониторинговой деятельностью, предотвращением ущерба и статистическим анализом данных об опасных явлениях на территории Республики Узбекистан, а также собранным в ходе научных исследований, были собраны сведения об опасных явлениях (снежных лавинах), влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог, проходящих через горные и предгорные районы. Эти данные о снежных лавинах были получены в период с 1953 по 2023 год и насчитывают более 15 000 записей. На основе этих данных была спланирована исследовательская работа, сформирована структура исследования, исходя из его целей и задач (рис. 4).



4 - рисунок. Структура научно-исследовательской работы

В настоящее время зарубежными и отечественными исследователями проведено множество исследований по совершенствованию методов прогнозирования снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях, проходящих через горные и предгорные районы. Эти исследования включают: критический обзор методов прогнозирования снежных лавин и оценку их применимости на территории перевала Камчик; разработку системы обеспечения гидрометеорологической безопасности на автомобильной дороге А-373 “М 39 - Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош” (на участке 185 - 285 км), проходящей через перевал Камчик, а также другие научные работы.

Отсутствие совершенствования метода прогнозирования возникновения лавин на автомобильных дорогах в горных условиях. Установлено, что в Республике Узбекистан затруднено обеспечение непрерывности движения транспортных потоков по автомобильным дорогам в горных условиях. Эта научная работа направлена на устранение этой проблемы.

Во второй главе диссертации, озаглавленной “**Исследование влияния изменения климата в горных районах на условия эксплуатации автомобильных дорог**” рассмотрены климатические изменения в горных районах Республики Узбекистан. С помощью инновационных тематических электронных карт изучены снежные лавины и потенциальные лавиноопасные зоны с учетом изменения климата. Исследовано влияние снежных лавин на безопасность и непрерывность движения транспортного потока на автомобильных дорогах, проходящих через горные районы. Поскольку объектом исследования является перевал Камчик, при изучении изменения температуры воздуха в бассейнах Ахангарана и Сырдарьи было установлено,

что она повысилась в среднем на 3 °С в летние месяцы и на 5 °С в зимние месяцы.

На территории, где расположена автомобильная дорога А-373 “М-39 Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош”, функционируют 3 метеостанции. При анализе 200-летних данных, полученных с метеостанций, выявлено повышение температуры воздуха в районе Камчикского перевала. Повышение температуры воздуха может привести к возникновению специфических опасных явлений на горных и предгорных дорогах (рис. 5).

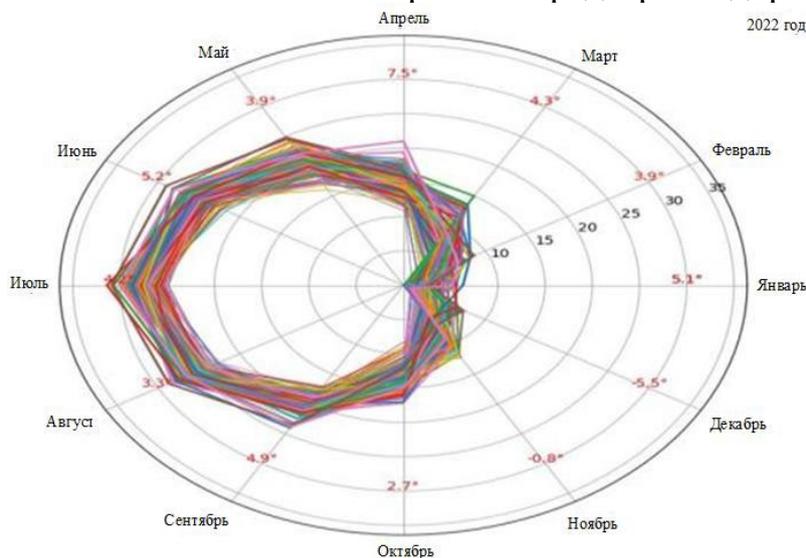


Рис. 5. Изменение температуры воздуха на перевале Камчик в разрезе лет

Установлено, что одной из основных причин опасных явлений, происходящих на объекте исследования, являются резкие изменения климата. Аномальные холода и аномальная жара, наблюдаемые в последние годы, также подтверждают это (рис. 6).

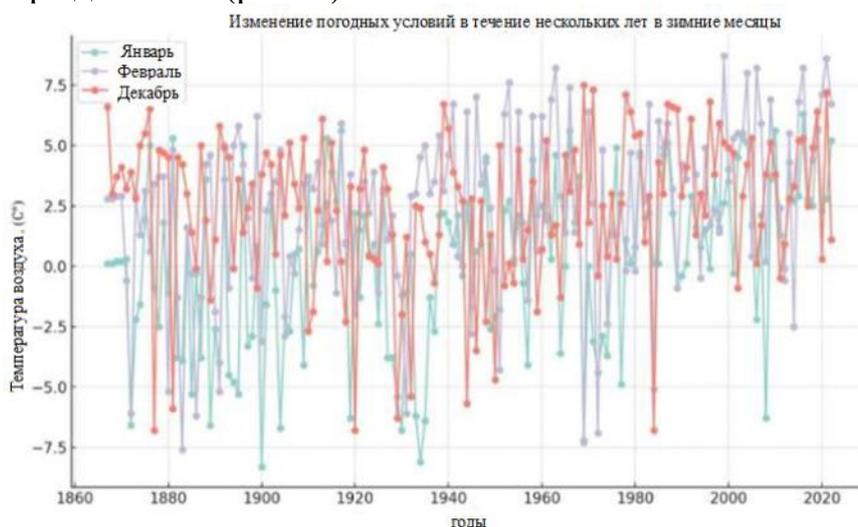


Рис. 6. Изменение температуры воздуха в зимние месяцы в разрезе лет на перевале Камчик

Несмотря на повышение температуры воздуха в летние месяцы, в зимний период из-за необычных климатических условий температура воздуха резко меняется, что, в свою очередь, приводит к резкому увеличению опасных

погодных явлений.

В ходе исследования на основе статистических данных о различных опасных явлениях, влияющих на автомобильные дороги, было установлено, что наибольшее влияние на безопасное и бесперебойное движение транспортных средств на объекте исследования оказывают снежные лавины и дорожно-транспортные происшествия.

В ходе исследования было изучено более 15000 снежных лавин, и по результатам было установлено, что они оказывают влияние на автомобильную дорогу на 4 участках объекта исследования (в диапазоне 228-229 км, 235-237 км, 238-240 км и 242-243 км) (рис. 7).

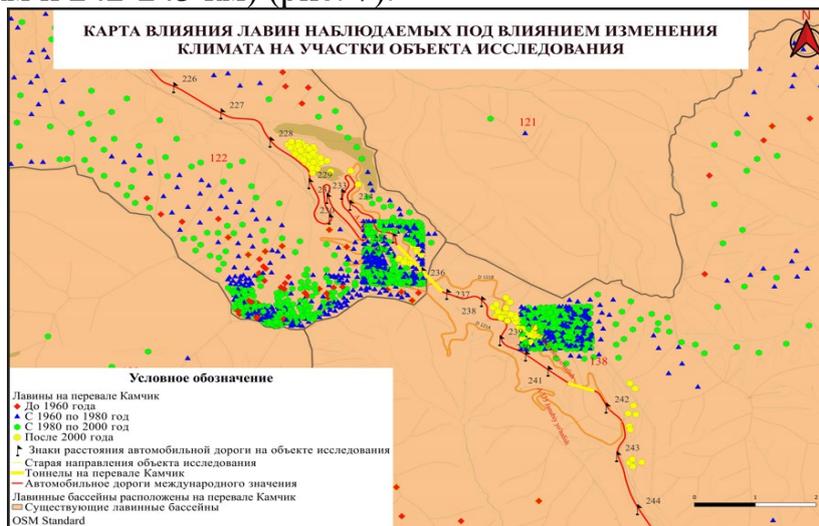


Рис. 7. Карта влияния снежных лавин, наблюдаемых под воздействием климата, на участки объекта исследования

Показано, что районы схода лавин зависят от изменений климата (повышение температуры воздуха). Установлено, что в связи с изменением климата участки образования снежных лавин поднялись к относительно высоким предгорьям. В период существования СССР Ахангаранский и Сырдарьинский реки (бассейны), где располагался объект исследования, были разделены на участки схода лавин в следующем порядке (рис. 8).



Рис. 8. Участки схода снежных лавин в реках (бассейнах) Ахангарана и

Сырдарьи

С помощью геоинформационных систем было установлено, что в последние годы изменились места схода снежных лавин. Можно наблюдать, что снежные лавины, происходившие после 2000 года, изменились по сравнению с лавинами до 2000 года под влиянием климатических изменений.

Результаты исследования показывают, что объектом исследования является автомобильная дорога А - 373 “М - 39 Гулистан – Бука – Ангрэн - Ош через Коканд и Андижан”, на 4 участках которой в настоящее время происходят лавины.

Первый участок расположен на левой стороне автомобильной дороги в пределах 228 - 229 км объекта исследования. На этой стороне отсутствуют сооружения для защиты от снежных лавин (рис. 9.а).

Второй участок, расположенный на 235 - 237 км объекта исследования, включает в себя тоннель длиной 1072 метра, где снежные лавины не влияют на движение транспортных средств по автомобильной дороге (рис. 9.б). На перевале Камчик находятся два тоннеля, построенные в 2002 году.

Третий участок, расположенный на 238 - 240 км объекта исследования, характеризуется относительно частыми снежными лавинами, которые оказывают влияние на автомобильную дорогу (рис. 9.в).

Четвертый участок расположен на отрезке 242-243 км объекта исследования, что оказывает относительно меньшее влияние на автомобильные дороги в этой зоне. Участок находится в северо-восточной части Кураминского хребта, бассейны Иккибелсой и Резаксой также расположены в 138-м лавиноопасном районе. Долина Иккибелсой простирается с северо-запада на юго-восток. Высоты двух берегов сая близки друг к другу: правый берег находится на высоте 2448 метров над уровнем моря, а левый - на высоте 2585 метров. Резаксой имеет V-образную форму, его ширина в некоторых местах составляет от 30 до 100 метров (рис. 9.д).

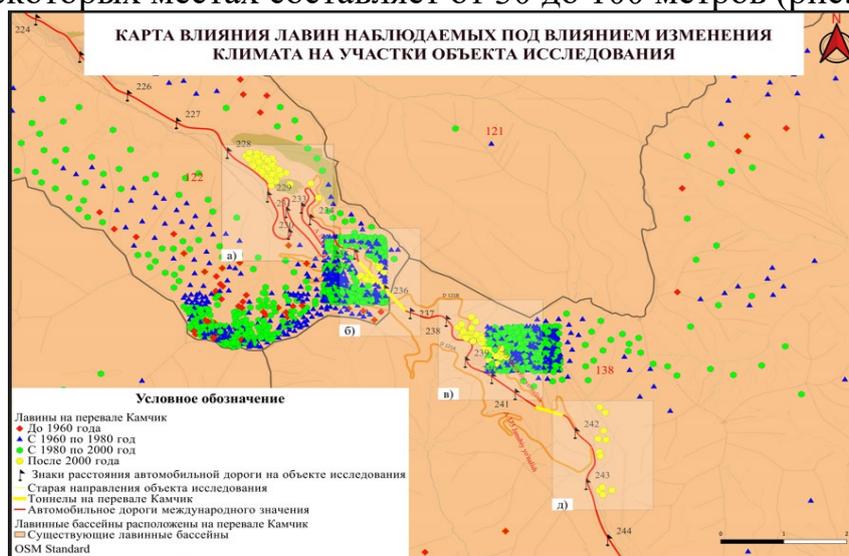
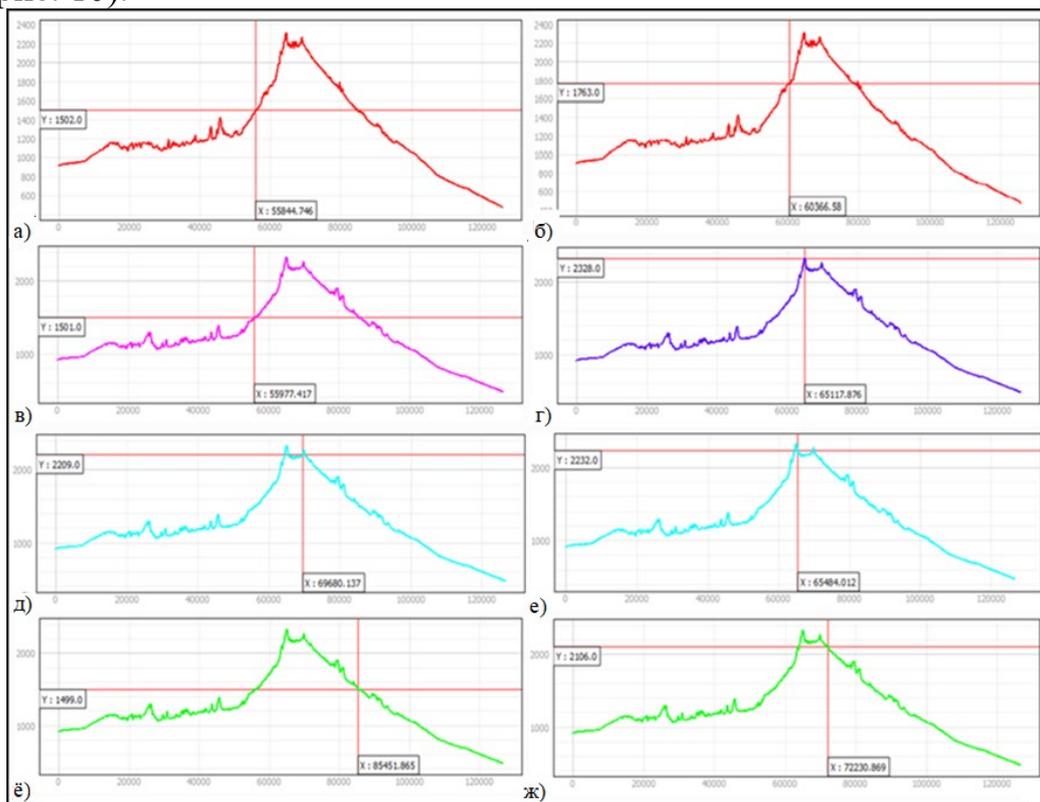


Рис. 9. Влияние снежных лавин, наблюдавшихся после 2000 года, на участки объекта исследования: а) происходит на левой стороне автомобильной дороги в пределах 228 - 229 км объекта исследования; б) происходит на обеих сторонах автомобильной дороги, расположенной на 235

- 237 км объекта исследования, но в этом участке 1072-метровый тоннель предотвращает влияние снежных лавин на автомобильную дорогу; в) происходит на левой стороне автомобильной дороги в пределах 238 - 240 км объекта исследования; д) происходит на левой стороне автомобильной дороги в пределах 242 - 243 км объекта исследования.

Результаты исследований были проанализированы с помощью электронных тематических карт с использованием геоинформационных систем. Снежные лавины последних лет происходили на четырех вышеуказанных участках, на одном из которых лавины не влияют на автодорогу, так как объект исследования - 1072-метровый тоннель, расположенный на 235-237 км автодороги А-373 “М-39 Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош”. На остальных трех участках было установлено, что снежные лавины оказывают влияние на автодороги.

Проведено исследование влияния опасных явлений на условия эксплуатации автомобильных дорог, вызванных изменением климата в горных и предгорных районах. Исследованием установлено, что под влиянием воздушно-климатических факторов места возможного схода снежных лавин после 2000 года переместились выше по сравнению с местами схода до 2000 года (рис. 10).



10 - рисунок. В результате изменения погодно – климатических факторов изменились места возникновения лавин на автомагистралях; а) и б) 1 участок, в) и г) 2 участок, д) и е) 3 участок, ё) и ж) 4 участка

Объектом исследования является участок автодороги А - 373 “М - 39 Гулистан – Бука – Ангрэн - Ош через Коканд и Андижан” протяженность лавин, затронутых за последние 10, 20 и 30 лет, также указывает на то, что участки, на которых наблюдаются лавины из-за изменения климата,

сместились вверх по горе.

По результатам статистического анализа установлено влияние природных факторов на участок 185-285 км автомобильной дороги А-373 “М-39 Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош” в разрезе лет. Вследствие схода снежных лавин и ограничения движения транспортных средств на автомобильной дороге ежегодно тысячи людей сталкиваются с различными трудностями, не имея возможности добраться до места назначения. Например, 12 марта 2021 года произошло 5 снежных лавин общим объемом 4 млн м³, в результате чего была закрыта автомобильная дорога, а 790 транспортных средств и 3100 человек остались на ней. Проведенные исследования показывают, что ежегодно наблюдается закрытие автомобильной дороги А-373 “М-39 Гулистан - Бука - Ангрэн - Коканд и через Андижан – Ош” как минимум на 5 дней (рис. 11).



11- рисунок. Закрытие автомагистрали из-за лавин на отрезке лет

При исследовании всех снежных лавин, произошедших на объекте исследования, места схода лавин после 2000 года, повлиявшие на безопасное и бесперебойное движение транспортных средств, были выделены как очаги лавинообразования (рис. 12).

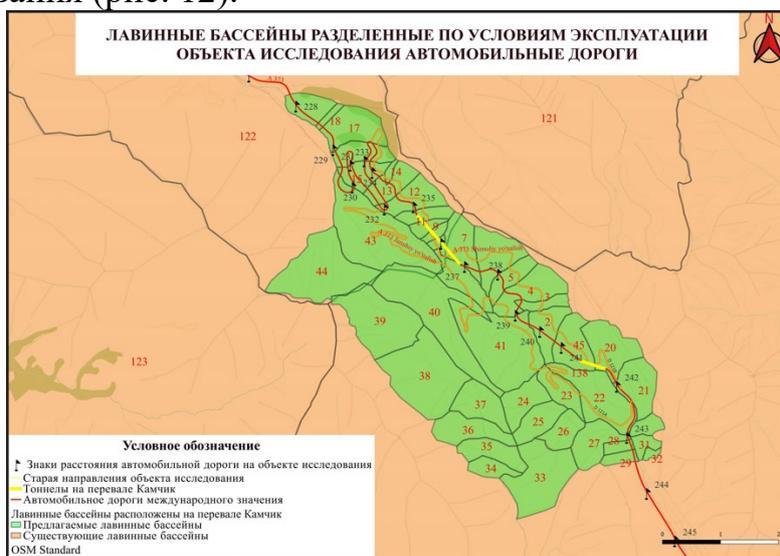


Рис. 12. Очаги снежных лавин, выделенные в зависимости от условий эксплуатации автомобильных дорог, как объект исследования

В последующих главах предлагаются усовершенствованные подходы для снижения негативного влияния на безопасное и бесперебойное движение транспортных средств на автомобильных дорогах, расположенных в горных районах. В следующей главе будет рассмотрена организация работ по обеспечению безопасного и бесперебойного движения транспортных средств в горных районах. Из 4-х исследованных выше участков на 3-х возможна снежная лавинная опасность. Усовершенствованы рекомендации по установке инженерных сооружений на этих участках для предотвращения снежных лавин и метод прогнозирования снежных лавин.

Хотя между высотой снежной лавины и расстоянием ее схода существует сильная зависимость, такая точная связь с массой, объемом или площадью лавины не прослеживается.

В третьей главе диссертации, озаглавленной **“исследование формирования и воздействия лавин, воздействующих на автомобильные дороги, проходящие через горные районы”**, исследуется формирование лавин, влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог, проходящих через горные районы. В основе применения инженерных сооружений лежит организация безопасного и бесперебойного движения транспортных средств в условиях эксплуатации автомобильных дорог. Совершенствование метода прогнозирования лавинного воздействия автомобильных дорог, проходящих через горные районы.

Чрезвычайно опасные условия эксплуатации требуют проектирования эффективных защитных сооружений и мероприятий для автомобильной дороги ниже линии схода снежных лавин.

Явления снежных лавин, вызывающие чрезвычайные ситуации, оказывают негативное влияние на организацию безопасного и бесперебойного движения транспортных средств. Это происходит в результате воздействия высокоугловых (естественных), низкоугловых (естественно-антропогенных) и склоновых (антропогенных) факторов, причем последние являются результатом человеческой деятельности (рис. 13).

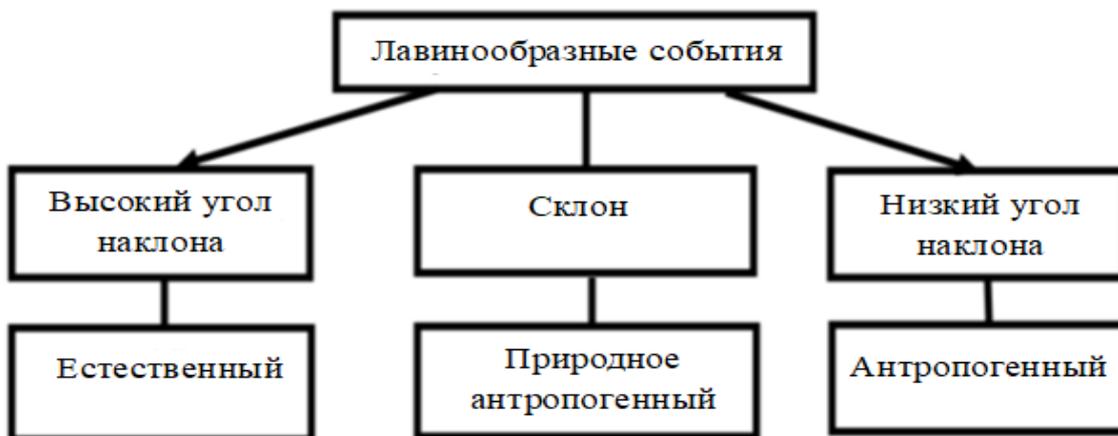


Рис. 13. Классификация лавинных явлений по расположению относительно оси автомобильной дороги

В горных и предгорных районах дорожная инфраструктура для защиты объектов для успешной борьбы с лавинами в зимнее время необходимо

проводить детальный мониторинг участков с лавинами.

Прогнозирование времени и параметров схода снежных лавин является одной из важнейших задач спасателей МЧС. В местах схода лавин необходимо обеспечить правильное расположение инженерных сооружений, безопасное движение транспортных средств, а также поддерживать эксплуатационные условия автомобильных дорог и защитных сооружений.

В горных условиях дороги с большими уклонами и малыми радиусами кривизны часто прокладываются по глубоким впадинам и высоким берегам, иногда нанося непоправимый ущерб естественному рельефу. В таких случаях автомобильная дорога превращается в сложное техническое сооружение, представляющее собой объект повышенной опасности.

Задача оптимизации в данной системе заключается в организации схем взаимодействия подсистем (автомобильная дорога - транспортные средства - изменение климата), обеспечивающих надежную и долгосрочную работу дороги в безопасном для транспортного потока режиме и с минимизацией экологического ущерба. Основным методом решения задачи оптимизации может быть представлен при разработке снегозащитных сооружений, мероприятий и устройств в зависимости от характера и параметров лавинной опасности.

Анализ факторов взаимодействия автомобильных дорог и среды климатических изменений должен классифицироваться на управляемые и неуправляемые.

В ходе исследовательской работы были собраны статистические данные, позволившие усовершенствовать метод прогнозирования снежных лавин, вызванных изменением климата. Собранные данные были разделены на группы по степени влияния на возникновение снежных лавин. Не учитывались данные, не влияющие на возникновение лавин (туман, дальность видимости, скорость движения транспортных средств и др.). Были использованы данные о факторах, влияющих на возникновение снежных лавин (крутизна горного склона, толщина снежного покрова, температура воздуха, скорость ветра, объем лавины, участок, оказавший влияние на автомобильную дорогу). Метод прогнозирования снежных лавин, происходящих в горных районах, был усовершенствован с использованием модели “Дерево решений” (рис. 14).

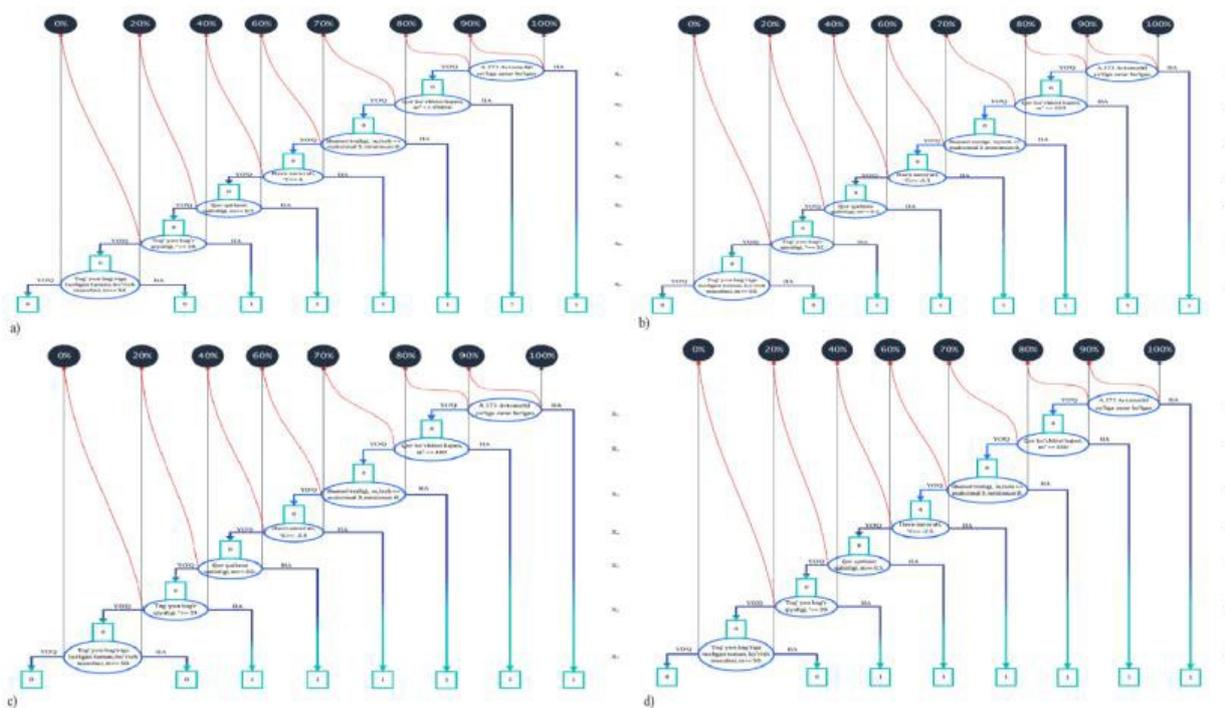


Рис. 15. Прогнозирование каждого участка с помощью модуля “Дерево решений” снежных лавин, влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог на объекте исследования: а) происходит на левой стороне автомобильной дороги в пределах 228 - 229 км объекта исследования; б) происходит на обеих сторонах автомобильной дороги, расположенной на 235 - 237 км объекта исследования, но снежные лавины на участке, где расположен тоннель длиной 1072 метра, не влияют на автомобильную дорогу; д) происходит на левой стороне автомобильной дороги в пределах 238 - 240 км объекта исследования; е) происходит на левой стороне автомобильной дороги в пределах 242 - 243 км объекта исследования.

В Республике Узбекистан и других странах разработаны методы прогнозирования для предотвращения воздействия на эксплуатационные условия автомобильных дорог и объекты инфраструктуры. Однако необходимо определить эффективность усовершенствованного метода прогнозирования снежных лавин, предложенного на основе исследований, путем оценки его экономической эффективности по сравнению с ранее разработанными методами прогнозирования. В следующей главе исследования будет определена экономическая эффективность усовершенствования метода прогнозирования снежных лавин.

В четвертой главе диссертации, озаглавленной “**Экономическая эффективность разработанных рекомендаций по снежным лавинам, влияющим на автомобильные дороги в горных районах**”, рассчитана экономическая эффективность существующего метода прогнозирования снежных лавин, влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог в горных районах. Также рассчитана экономическая эффективность усовершенствования метода прогнозирования снежных лавин, влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог в горных районах.

Учитывая мировой опыт расчета экономической эффективности, можно также рассчитать расходы пользователей дорог в результате схода снежных лавин с помощью программы HDM - 4 RUC.

Экономическая эффективность совершенствования метода прогнозирования возникновения снежных лавин с учетом изменения климата с целью обеспечения непрерывности движения транспортного потока на автомобильных дорогах в горных условиях:

Экономическая эффективность = Общие потери без подготовки - Общие затраты с подготовкой

$$7\,455\,193\,250 \text{ сум} - 5\,422\,154\,600 \text{ сум} = 2\,003\,038\,650 \text{ сум}$$

Расчеты показали, что экономическая эффективность за счет обеспечения непрерывности движения транспортного потока на объекте исследования составляет 2 003 038 650 сум в год.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе на соискание степени доктора философии (PhD) на тему “Совершенствование метода прогнозирования возникновения снежных лавин на автомобильных дорогах в горных условиях (на примере перевала Камчик)” были сделаны следующие выводы:

1. исследован рельеф, расположенный на объекте исследования. На основе теоретических данных определено стратегическое значение объекта исследования в экономическом и социально-политическом аспектах Республики Узбекистан, а также изучено формирование снежных лавин, влияющих на объект исследования;

2. 3D-форма территории, на которой расположена автомобильная дорога А-373 “М-39 Гулистан - Бука - Ангрен - Коканд и через Андижан – Ош”, выбранная в качестве объекта исследования, была создана с применением геоинформационных технологий;

3. Установлено, что интенсивность движения на автомобильной дороге А-373 “М-39 Гулистан - Бука - Ангрен - Коканд и через Андижан до Оша” в 2023 году возросла в 7 раз по сравнению с предыдущими годами;

4. Исследованы изменения климата и температуры воздуха в Республике Узбекистан на основе прогнозов. При изучении закономерностей изменения климата в горных и предгорных районах установлено, что в зимний период, когда происходят снежные лавины, температура в декабре изменилась на -5,5 градуса, в январе - на 1,5 градуса и в феврале - на 1 градус;

5. Созданы инновационные электронные тематические карты снежных лавин на горных автомобильных дорогах. На основе созданной инновационной электронной тематической карты было определено, что после 2000 года снежные лавины оказывают влияние на 4 участка дороги объекта исследования, что подтверждается инновационными электронными тематическими картами;

6. Установлено, что на первом из перечисленных выше участках объекта исследования снежные лавины происходили до 2000 года на высоте 1502 метров над уровнем моря, а после 2000 года на высоте 1763 метров. На втором участке снежные лавины до 2000 года происходили на высоте 1501 метра над уровнем моря, а после 2000 года на высоте 2326 метров. На третьем участке установлено, что снежные лавины до 2000 года происходили на высоте 2209 метров над уровнем моря, а после 2000 года - на высоте 2232 метров. На четвертом участке установлено, что снежные лавины до 2000 года происходили на высоте 1499 метров над уровнем моря, а после 2000 года - на высоте 2106 метров.

7. Усовершенствован метод прогнозирования влияния снежных лавин на безопасное и бесперебойное движение в эксплуатационных условиях автомобильных дорог, расположенных в горных районах Республики Узбекистан, с использованием модуля “Дерево решений”;

8. Экономическая эффективность внедрения научных результатов исследования, достигнутая за счет организации безопасного и бесперебойного движения транспортных средств в течение суток, составила 2 003 038 650 (два миллиарда три миллиона тридцать восемь тысяч шестьсот пятьдесят) сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.15/31.08.2022.T.73.05 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

YADGAROV SIROJIDDIN NOMOZOVICH

**IMPROVING THE METHOD FOR PREDICTING THE OCCURRENCE
OF SNOW AVALANCHES ON ROADS IN MOUNTAINOUS
CONDITIONS (IN THE EXAMPLE OF KAMCHIK PASS)**

**05.09.02-“Geotechnics” (on the directions of the road, digitalization of roads and road
safety. Road telematics)**

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

Tashkent– 2024

The theme of doctor the philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under number № B2024.3. PhD/T4966.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website www.tstu.uz and on the website of “ZiyoNet” Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific consultant: **Sodiqov Jamshid Ibrohim ugli**
doctor of technical sciences, Professor

Official oppents: **Salixanov Saidxon Salixanovich**
candidate of technical sciences, Professor

Xotamov Asadulla Toshtemirovich
doctor of technical sciences, Professor

Leading organization: **Namangan Institute of Engineering and Construction**

The defence will take place “___” _____ 2024 at ___ at the meeting of Scientific council No. PhD.15/31.08.2022.T.73.05 at Tashkent State Transport University (Address: 1000167, Tashkent, st. Adylhodzhodzhaeva, 1. Tel/fax: (99871) 293-57-54, st. Adylhodzhodzhaeva, 1. Tel/fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent State Transport University (is registered number No. _____). (Address: 100167, Tashkent, st. Adylhodzhodzhaeva, 1. Tel/fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

Abstract of the dissertation sent out on “___” _____ 2024 y.
(mailing report No. ___ on “___” _____ 2024 y.

A.X Urokov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
technical scientific, professor

R.M. Xudoykhulov
Scientific secretary of scientific scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
philosophy, professor

I.S. Sodikov
Chairman of the academic seminar under
the scientific council awarding scientific
degeer, doctor of technical, professor

Introduction (abstract to the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))

The aim of the research is to improving the method of forecasting the occurrence of snowdrifts, taking into account climate changes in order to ensure the continuous movement of traffic flow on highways in mountainous conditions.

Research objectives:

analysis of the processes of formation and occurrence of landslides on highways, taking into account climate change;

creation of innovative thematic electronic maps of snowdrifts and potential snowdrifts regions that occur taking into account climate change on highways in mountainous regions;

research on the impact of climate change and relief features on the occurrence of landslides on highways;

improving the method of pronosis of snowdrifts affecting roads;

development of recommendations for the prevention of landslides affecting roads and assessment of their economic efficiency.

The object of the research is the highways passing through mountainous areas (specifically the 185-285 km section of the A-373 highway “Tashkent - Akhangaran - Angren - Kokand - Shakhrikhan – Andijan” within the territory of the Republic of Uzbekistan).

Scientific novelty of the research is as follows:

innovative thematic electronic maps have been developed based on geographical and meteorological data of avalanche-prone zones in mountainous areas, taking into account climate change;

the impact of climate change and terrain features on avalanche occurrence in mountainous areas has been scientifically substantiated using regression models;

an improved method for forecasting avalanches on roads has been developed using the “Decision Tree” approach, taking into account climate change and avalanche-generating factors (air temperature, slope angle, snow layer thickness, snow mass volume);

a method for rapid response to avalanches on mountain roads has been improved, based on the principles of location and time of occurrence.

The practical results of the study is as follows:

Innovative thematic electronic maps have been created based on geographical and meteorological data of avalanches that have occurred and potential avalanche zones in mountainous areas, taking into account climate change;

a method for forecasting the occurrence of avalanches on mountain roads has been improved.

Scientific and practical significance of the research results.

The scientific significance of the research results lies in determining the impact of climate change forecasts in the Republic of Uzbekistan on road operating conditions. Thematic maps have been created to illustrate the impact of hazardous events on roads passing through mountainous and foothill areas. These maps will be used for monitoring and preventing dangerous climate change events, as well as

improving methods for predicting avalanches that affect vehicle traffic on roads in mountainous and foothill regions.

The practical significance of the research results is demonstrated by the use of innovative thematic electronic maps based on geographical and meteorological data of avalanches and potential avalanche zones in mountainous areas. These maps take into account climate change based on the climate change forecast for the Republic of Uzbekistan. Furthermore, the significance is evident in the application of a method for eliminating the risk of dangerous avalanches affecting highways in mountainous conditions, method employs an approach for forecasting avalanche occurrences on mountain roads, focusing on high-risk sections where avalanches are likely to impact road safety.

Approbation of the research results. The results of this dissertation were reported and discussed at 24 scientific, scientific and technical conferences and seminars, including 10 international conferences.

Publication of research results.

A total of 24 scientific works have been published on the topic of the dissertation, among which, the dissertations of Doctor of Philosophy (PhD) of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan have been published in the main scientific publications, 8 scientific articles, including 3 in Republican and 5 in foreign journals, 5 received certificates of authorship for software development.

The structure and scope of the dissertation. The content of the dissertation consists of an introduction, 4 chapters, general conclusions, a list of used literature and applications, a total of 103 pages of text are part.

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

I bo'lim (I часть; I-part)

1. J.I. Sodikov, S.N. Yadgarov. Avtomobil yo'llari qoplamasi ravonligini havo muhitiga ta'sirini baholash // Jurnal "Me'morchilik va qurilish muammolari" 2020. № 4, 2-qism. 47-50 b. (05.09.00; №14).
2. S.N. Yadgarov, U.N. Xushvaqto'v, M.D. Xudoyberdiyev. Yo'l va ko'priklarda kulrang asfaltbetonli kompozit qoplamalarni ishlab chiqarish va qo'llash // Jurnal "Me'morchilik va qurilish muammolari" 2020. № 4, 2-qism. 34-38 b. (05.09.00; №14).
3. S.N. Yadgarov, Q.O. Muminov, M.D. Xudoyberdiyev. Avtomobil yo'llarida yo'l – transport hodisalarini ro'yxatga olishda geoaxborot tizimlaridan foydalanish // Jurnal "Me'morchilik va qurilish muammolari" 2021. № 1, 2-qism. 74-76 b. (05.09.00; №14).
4. J.I. Sodikov, S.N. Yadgarov. Climate change risks to Uzbekistan infrastructure // Jurnal "Me'morchilik va qurilish muammolari" 2022. № 4, 2-qism. 84-88 b. (05.09.00; №14).
5. J.I. Sodiqov, S.N. Yadgarov. Calculation of costs of road users using the model HDM-4 RUC by the example of Uzbekistan // ACTA of Turin polytechnic university in Tashkent 2018. № 2. 90 -95 p. (OAK rayosatining 2020 yil 30 iyuldagi 283/7.1-son qarori; №1).
6. S.N. Yadgarov, X.A. Qurbonov, Sh.M. Yugayev. The use of geoinformation systems in the registration of road traffic accidents on highways // ACTA of Turin polytechnic university in Tashkent 2019. № 4. 120 -124 p. (OAK rayosatining 2020 yil 30 iyuldagi 283/7.1-son qarori; №1).
7. A.G. Djumaev, J.I. Sodikov, K.N. Musulmanov, S.N. Yadgarov. Integrating artificial intelligence in highway engineering education: a review of essential skills and knowledge // The scientific journal vehicles and roads, 2023, Special issue, 12-21 p. (OAK rayosatining 2020 yil 30 iyuldagi 283/7.1-son qarori; №40).

II bo‘lim (II-часть; II-part)

8. A.T. Yuldoshev, I.B. Xoshimov, M.B. To‘xtayev, S.N. Yadgarov. Research on factors affecting highways passing through mountain and mountain areas // E3S Web of Conferences 401, 01069 (2023). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101069>. (№ 3 Scopus).
9. A.G. Djumaev, Q.O. Muminov, A.T. Yuldoshev, S.N. Yadgarov. Study of Climate Change Factors for Operational Conditions of Motorways through Mountain Regions // Совместного Пленарного заседания международных конференций “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering – CONMECHYDRO 2023 AS” «Water, Energy and Food Security in the Context of Global Climate Change and Water Scarcity» WEFCLim - 2023. Tashkent 2023-year, sub-48.
10. J.I.Sodiqov, S.N. Yadgarov. Climate change risks to Uzbekistan infrastructure // E3S Web of Conferences 3855, 02028 (2022) CONMECHYDRO–2022.
11. Q.O. Muminov, A.O‘. Aramov, S.N. Yadgarov. Climate change risks to Uzbekistan infrastructure // Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences International scientific-online conference, 2023 year, 32 – 40 p, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7187577>,.
12. J.I.Sodiqov, Q.N.Musulmonov, S.N.Yadgarov. Existing forecasting methods of snowdrifts affecting conditions of exploitation of highways passing through mountainous regions// Совместного Пленарного заседания международных конференций “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” «Water, Energy and Food Security in the Context of Global Climate Change and Water Scarcity» WEFCLim - 2023. Tashkent 2023-year, sub-57.
13. D.V. Tashev, S.N.Yadgarov. Transport oqimi harakat tezligini harakat xavfsizligiga ta’sirini tadqiq qilish // Xalqaro ilmiy – texnik anjumani “Avtomobil yo‘llarida inson xavfsizligini ta’minlashning innovatsion usullari” .2023 y. 185 – 188 b.
14. Q.O. Muminov, S.N. Yadgarov. Устройство, информирующее о наводнениях, происходящих на автомагистралях // “Экономика и социум” №9(100) 2022.
15. Q.O. Muminov, S.N. Yadgarov, J. Xaydarov. Study of climate change factors for the operational conditions of motorways through mountain regions // Сборник конференции - Ресурсосберегающие технологий на транспорте, 2023, 276 – 280 с.
16. Q.O. Muminov, M. Xudoynazarov, S.N. Yadgarov. The influence of weather and climate factors on the operational conditions of roads through mountain regions // Сборник конференции - Ресурсосберегающие технологий на транспорте, 2023, 286 – 290 с.
17. Q.O. Muminov, Y. Ashurov, S.N. Yadgarov. Climate factors change research for the operating conditions of highways passing through mountainous areas // Сборник конференции - Ресурсосберегающие технологий на транспорте, 2023, 281 – 285 с.

18. J.I. Sodikov, S.S. Raxmatov, T.Sh. Bobonazarov, O.M. Abduraxmonov, S.N. Yadgarov. The use of GIS technology in the prevention of natural disasters // "Young Scientist". № 5 (400). February 2022. 12 - 14 p.
19. J.I. Sodikov, S.S. Raxmatov, T.Sh. Bobonazarov, O.M. Abduraxmonov, J.N.Xushvaqtov, S.N. Yadgarov. Determining the shortest path between two features with a QGIS program using the Road Graph module // "Young Scientist". № 5 (400). February 2022. 9 - 11 p.
20. Q.O. Muminov, A.T. Yuldoshev, J.I. Sodikov, S.N. Yadgarov Sh.A.Habibullayev, I.K. Avazov. Avtomobil yo'llarining soylar bilan kesishuvida sel kelishini aniqlovchi qurilma ma'lumotlarini NRF24L01 radio to'lqinlar orqali qabul qiluvchi qurilmaning dasturiy ta'minoti // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi № DGU 19641. 24.11.2022 y.
21. A.G. Djumaev, A.T. Yuldoshev, S.N. Yadgarov. Avtomobil yo'llariga ta'sir qiluvchi sel toshqinlari hosil qiluvchi yomg'ir miqdorini avtomatik aniqlash va ma'lumotlarni qabul qilish qurilmasining dasturiy ta'minoti // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi № DGU 36868. 25.04.2024 y.
22. J.I. Sodikov, I.K. Avazov, T.Sh. Bobonazarov, S.S. Raxmatov, S.N.Yadgarov. Avtomobil yo'llarining soylar bilan kesishuvida sel kelishini aniqlovchi qurilma ma'lumotlarini NRF24L01 radio to'lqinlar orqali jo'natuvchi qurilmaning dasturiy ta'minoti // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi № DGU 19424. 17.11.2022 y.
23. A.O. Turabov, J.I. Sodikov, E.T. Yo'ldoshev, N.Sh. Amanova, S.S. Sobirjonov, S.N.Yadgarov. Avtomobil yo'llarining soylar bilan kesishini aniqlovchi qurilma ma'lumotlarini LoRa radio module to'lqinlar orqali jo'natuvchi qurilmaning dasturiy ta'minoti // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi № DGU 20273. 14.12.2022 y.
24. J.I. Sodikov, I.K. Avazov, J.N. Yodgorov, S.N. Yadgarov. Avtomobil yo'llarining soylar bilan kesishuvida sel kelishini aniqlovchi qurilma ma'lumotlarini LoRa E32 radio to'lqinlar orqali qabul qiluvchi qurilmaning dasturiy ta'minoti // O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi № DGU 20271. 14.12.2022 y.

Avtoreferat «TDTU Xabarnomasi» ilmiy-texnik jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus tillaridagi matnlarining mosligi tekshirildi.



Nusxa ko'paytiruvchi: YaTT «**Rizaev M.X.**».
Bosishga ruxsat etildi: 25.08.2023 y.
Bichimi: 21x30¹/₂. Adadi: 100 nusxa.
Toshkent, Farovon 4-tor ko'cha, 35.
Tel: (+998) 97 737 23 01