

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD 18/30.11.2022.T.153.01 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

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

RUSTAMOV G'YOS SADRIDINOVICH

**OROLBO'YI MINTAQASIDA QUM-CHANG BO'RONLARINING
SHAKLLANISHI VA TARQALISHINI MODELLASHTIRISH**

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

**TEXNIKA FANLARI FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Doktorlik (Doctor of Phlosofy) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата докторской (Doctor of Phlosofy) диссертации
Contents of the Doctoral (PhD) Dissertation Abstract

Rustamov G‘iyos Sadridinovich

Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarining shakllanishi va tarqalishini
modellashtrish..... 3

Рустамов Гиёс Садридинович

Моделирование формирования и распространения песчанно-пыльных
бурь в регионе Приаралья..... 25

Rustamov G‘iyos Sadridinovich

Modeling the formation and propagation of sand and dust storms in the Aral
Sea region 47

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

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

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD 18/30.11.2022.T.153.01 RAQAMLI
ILMIY KENGASH**

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

RUSTAMOV G'İYOS SADRIDINOVICH

**OROLBO'YI MINTAQASIDA QUM-CHANG BO'RONLARINING
SHAKLLANISHI VA TARQALISHINI MODELLASHTIRISH**

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

**TEXNIKA FANLARI FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida №V2024.1.4.PhD/T486 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) veb-sahifada ecoilm.uz va «ZiyoNet» axborot-ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Samiyev Luqmon Nayimovich texnika fanlari doktori, dotsent
Rasmiy opponentlar:	Erkabayev Furqat Ilyasovich, texnika fanlari doktori, professor Musayev Ma’rufdjon Nabiyevich texnika fanlari nomzodi, professor
Yetakchi tashkilot:	Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti

Dissertatsiya himoyasi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy daraja beruvchi PhD.18/30.11.2022.T.153.01 raqamli Ilmiy kengashning 2024-yil «__» _____ soat _____dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100043, Toshkent shahri Chilonzor tumani Bunyodkor shohko‘chasi, 7a uy. (tel: (71) 277-69-83; faks: (71) 277-89-22; e-mail: eco_ilm@umail.uz).

Doktorlik dissertatsiyasi bilan Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy tadqiqot institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (__ raqam bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani Bunyodkor ko‘chasi 7A uy, tel. (+99871)-277-69-83, faks: 277-89-22, e-mail: ecoilm@umail.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «__» _____ da tarqatildi.
(2024 yil _____dagi № __ raqamli reestr bayonnomasi).

B.A. Pulatov
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy
Kengash raisi, t.f.d., dotsent

S.S. Buriyev
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy
kengash kotibi, q.x.f.n., dotsent

Sh.O. Muradov
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy
kengash huzuridagi ilmiy
seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda zaharli chang, qum va tuz aralashmasidan iborat bo‘ronlarining atmosfera havosini ifloslanishi, uning ekologiya va atrof-muhitga ta‘sirini baholash hamda ularni hududiy maydonlarga tarqalishini hisoblash masalalarini o‘rganish dolzarb hisoblanadi. «Dunyo miqyosida iqlim o‘zgarishi sharoitida qum-chang bo‘ronlarining hosil bo‘lishi, tarqalish sharoitlarini o‘zgarishi hamda ushbu oqibatlarining salbiy ta‘sir doirasini ortishi va boshqa kutilmagan oqibatlarga olib kelishining oldini olishga qaratilgan mintaqaviy modellar ishlab chiqilgan va mavjud turli xil modellarni yanada takomillashtirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilishi hamda amaliyotga joriy etilishini taqozo etmoqda. Shu jihatdan, kuchli qum-chang bo‘ronlarining hosil bo‘lish sharoitlarini tahlil qilishning samarali usullari, zararlangan hududlarda ushbu hodisani boshqarish va chang, qum zarrachalarini tarqalishni hisoblash usullarini ishlab chiqish hamda mazkur usullardan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Jahonda qum-chang bo‘ronlarining shakllanishini va tarqalishi bo‘yicha 25 tadan ortiq global yoki mintaqaviy miqyosda modellar mavjud. Shu jumladan iqlim sharoiti va geografik muhitini hisobga olgan holda qum-chang bo‘ronlarini hosil bo‘lishi va tarqalishi natijasida atrof-muhitga ta‘sirini baholash bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Jumladan, qum-chang bo‘ronlarining shakllanishi va tarqalishi bilan bog‘liq mexanizmlar, hududdagi ekologik vaziyatdan kelib chiqqan holda ijtimoiy va ishlab chiqarish obyektlarini qurishning yangi mezonlarini ishlab chiqishda, chang va qum bo‘ronlarining hosil bo‘lishi va tarqalish hududlarini prognozlash uchun dasturiy ta‘minot ishlab chiqishda va jarayonni modellashtirish yoki model aniqligini oshirishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, qum-chang bo‘ronlarini iqlim parametrlari, geografik sharoit va chang zarrachalarni fizik-mexanik tarkibini inobatga olgan holda hisoblash usuli hamda qancha masofaga tarqalish traektoriyasini aniqlash usullariga alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamizda qum-chang bo‘ronlarining hosil bo‘lish sharoiti va tarqalish hududlarini bashorat qilish uchun turli xil modellashtirish tizimini ishlab chiqish va salbiy ta‘sirlarni oldini olishda yangi texnologiyalarni yaratish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazish va ularni amalda qo‘llash yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. O‘zbekiston – 2030 strategiyasida, jumladan «69-maqсад: Orolbo‘yi mintaqasida ekologik vaziyatni barqarorlashtirish, Orol dengizi qurishi natijasida yuzaga kelgan ekologik muammolarning salbiy ta‘sirini yumshatish»¹ bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan, statsionar bo‘lmagan modellashtirish tizimini ishlab chiqish va prognozashtirish mexanizmlarini tadqiq qilish, tadqiqot natijalari asosida yangi mezonlarni belgilash uchun xulosalar taqdim qilish, hududdagi ekologik holatning xavflilik darajasiga qarab ijtimoiy va

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son Farmoniga.

ishlab chiqarish obyektlarini joylashtirish mexanizmini ishlab chiqish, chang bo‘ronlarining shakllanish sharoitlari va tarqalish mintaqalarini prognozlashtirishning dasturiy ta‘minotini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi “O‘zbekiston - 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son Farmoni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi PF-60-son Farmoni, qarorlar hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi bo‘yicha tadqiqotlar O‘zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining V.«Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi» ustuvor yo‘nalishiga mos keladi.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Chang va qum zarrachalarini zamonaviy dasturlarda hisoblash va atmosferaga tarqalishi kabi masalalarni hal qilishda bir qator taniqli xorijiy olimlar katta hissa qo‘shganlar, jumladan A.M.Vadie, M.Mansoor, S.Ch.Ponnappa, X.Fengjin, Z.Caiping, L.Yaoming, H.Shen, J.Abuduwaili, A.Samat, M.Long, G.Viggs, S.Lohara, J.Wegerdt, M.Joost, I.Small, R.Hubbard, Han Zhiwen, Wang Tao, Sun Qingwei, Dong Zhibao, Vang Xunming, N. Ravshanov, B.E.Nishonov, L.Yu.Shardakova, A.R.Axmedova, V.A.Duxovniylar ilmiy tadqiqotlar olib borgan va ma‘lum bir ijobiy natijalarga erishilgan.

Orol dengizi havzasida qum-chang bo‘ronlarining hosil bo‘lish va tarqalishida atrof-muhitga ta‘siri va tarqalish usullarini hisoblash bo‘yicha A.Aishajiang, J.Abuduwaili, X.Hailiang, Z.Xinfeng, L.Xinghong, A.A.Samania, S.Dadfarb, A.Shahbazi, Yaping Shao, Eunjo Jung, L.M.Leslie, P.J.Prakash, G.Stenchikov, N.M.Ravshanov, D.K.Sharipov, D.Axmedov, N.Narzullaeva, D.D.Akhmedov, M.L.Arushanov, B.Nishonov, L.Yu.Shardakova, B.Telemuratova va boshqalar yuqoridagi masalalarni yechishda salmoqli natijalarga erishgan.

Shu bilan birga, atmosferaga chang va qum zarrachalarni tarqalishida moddalarning konsentratsiyasi, ob-havo va iqlim sharoiti, hudud geografiyasi, zarrachalarning fizik-mexanik xossalarni inobatga olib atrof-muhitga tarqalishidagi muammolar yetarli darajada o‘rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Markaziy Osiyo atrof-muhit va iqlim o‘zgarishini o‘rganish universiteti (Green Universiteti) faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-174-sonli qarori, Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot institutida amalga oshirilayotgan maqsadli ilmiy loyiha - «Orolbo‘yi mintaqasi uchun chang bo‘ronlarining shakllanish sharoitlari va tarqalish mintaqalarini prognozlashtirish modelini ishlab chiqish» (2023-2025 yy) loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlari yuz berishining shart-sharoitlari va tarqalishini modellashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

Qum-chang bo‘ronining shakllanishi va tarqalishi bilan bog‘liq mavjud tadqiqotlar tahlili;

Orolbo‘yi mintaqasida to‘plangan tarixiy meteorologik (harorat, shamol tezligi va yo‘nalishi, yog‘ingarchilik, namlik), aerologik, tuproq, chang bo‘ronlari vaqti va davomiyligi, yer yuzasi relyefi ma’lumotlari tahlili;

Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarining shakllanish sharoitlarini baholash;

Orolbo‘yi mintaqasidagi nostatsionar manbalardan qum-chang bo‘ronlarining hosil bo‘lish sharoitlari va tarqalish hududlarini modellashtirish;

Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlari paytida atmosferada hosil bo‘lgan zarrachalarning hududlarda tarqalishini modellashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqot obyekti sifatida Qoraqalpog‘iston Respublikasi Orolbo‘yi mintaqasi (Mo‘ynoq, Chimboy, Qo‘ng‘irot va Nukus) tumanlari hududida hosil bo‘ladigan chang va qum bo‘ronlarining shakllanish sharoitlari va tarqalish hududlarini modelini ishlab chiqish olingan.

Tadqiqot predmeti Qum-chang bo‘ronlarining tarqalish modelini ishlab chiqish orqali hosil bo‘layotgan chang va qum bo‘ronlarining shakllanish sharoitlari va tarqalish hududlarini aniqlash usullari hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida aerodinamika, aerofizika, ekologiyada umum qabul qilingan usulblardan, statistik tahlil usullari - Mann-Kendall, aerologik usullar, geografik axborot tizimlari (GAT) eksperimentlarini matematik rejalashtirish va dala tadqiqot usullari hamda mavjud me‘yoriy hujjatlarda belgilangan usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Orolbo‘yi mintaqasida harorat va havoning nisbiy namliklarini hisobga olgan holda atmosferaning meteorologik salohiyati ko‘rsatkichi (AMSK) asosida qum-chang bo‘ronlarini hosil bo‘lish tendensiyalari Mo‘ynoqda 0,77 ga, Qo‘ng‘irotga 0,71 ga va Nukus shahrida 0,64 ga tengligi aniqlangan;

meteorologiyaning oxirgi 50 yillik ma’lumotlari va tuproq-iqlim sharoitlari, zarrachalarning mexanik tarkibini inobatga olgan holda qum-chang bo‘ronlarining shakllanishi va tarqalishi hisoblab chiqilgan;

Orolbo‘yi mintaqasining meteorologik parametrlari, tuproq tarkibi, geologik sharoitlarni inobatga olgan holda qum-chang zarrachalarni tarqalish traektoriyasi aniqlangan;

Aerologik jarayonlar, shamol yo‘nalishi va tezligini inobatga olgan holda Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarini tarqalish konsentrasiyasi modeli ishlab chiqilgan;

HYSPLIT dasturi asosida Orolbo‘yi mintaqasida bo‘ron paytida qum-chang zarrachalarini atmosferadagi konsentratsiyasi 150-170 g/m³ gacha bo‘lishi modellashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

qum-chang bo‘ronlarining hosil bo‘lishida havo harorati va namligini inobatga olgan holda hosil bo‘lish sharoitlari aniqlangan;

ob-havo sharoitlari va qum-chang bo‘ronlarining paydo bo‘lishi va tarqalishiga ta’sir qilishi mumkin bo‘lgan boshqa ekologik omillar va iqlim o‘zgarishini hisobga olgan holda aniqlangan;

Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarining tarqalishini hisoblashda shamol tezligi va yo‘nalishi, harorat, namlik va yog‘ingarchilik, havo sifati, tuproq turi, yer relyeflarini inobatga olgan holda aniqlangan.

Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlari paydo bo‘lishi va tarqalishini modellashtirish bo‘yicha dasturiy ta’minot ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi nazariy ishlanmalarning mexanika qonunlariga mosligi va sinalgan matematik usullardan foydalanilganligi, hisoblangan qiymatlarning tajribada olingan qiymatlar bilan qiyosiy solishtirilganda bir-biriga yaqinligi va tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati: Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarining tarqalishini aerologik jarayonlarni inobatga olib hududlarning maydon bo‘yicha tarqalish konsentratsiyasi modellashtirilgan. Orolbo‘yi mintaqasining meteorologik parametrlar, tuproq tarkibi, geologik sharoitlarni inobatga olgan holda qum, chang zarrachalarni tarqalish traektoriyasi modellashtirilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarini yuz berish sharoitlari baholanganligi, qum-chang bo‘ronlarini hosil bo‘lishida havo harorati va namligini inobatga olgan holda hosil bo‘lish sharoitlari aniqlanganligi, iqlim sharoitlari va qum-chang bo‘ronlarining paydo bo‘lishi va tarqalishiga ta’sir qilishi mumkin bo‘lgan boshqa ekologik omillarning o‘zgarishini hisobga olgan holda aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarining shakllanishi va tarqalishini modellashtirish bo‘yicha olingan natijalar asosida:

Orolbo‘yi mintaqasining meteorologik parametrlari, tuproq tarkibi, geologik sharoitlarni inobatga olgan holda chang, qum zarrachalarni tarqalish traektoriyasi modellashtirilgan va Qoraqalpog‘iston Respublikasi Mo‘ynoq, Nukus, Qo‘ng‘irot va Chimboy tumanlariga joriy etilgan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 2024-yil 31-iyuldagi 01/18–2573-son ma’lumotnomasi). Natijada Orolbo‘yi hududida qum-changlarni harakat traektoriyasini aniqlash imkonini bergan;

Qum-chang bo‘ronlarini HYSPLIT dasturi orqali hisoblashda Orolbo‘yi mintaqasida hosil bo‘lish potentsiali aniqlangan va Qoraqalpog‘iston Respublikasi Mo‘ynoq, Nukus, Qo‘ng‘irot va Chimboy tumanlariga joriy etilgan (Qoraqalpog‘iston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 2024-yil 31-iyuldagi 01/18–2573-son ma’lumotnomasi). Natijada Orolbo‘yi mintaqasi qum-chang bo‘ronlarini hududlarda hosil bo‘lishi

bashorat qilinish orqali atrof-muhitga ta'sirlarni baholash va kelajakda muhofaza qilish chora-tadbirlarini ishlab chiqish imkoniyatlari yaratilgan;

Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'ronlarining tarqalishini aerologik jarayonlarni inobatga olib hududlarda maydon bo'yicha tarqalish konsentratsiyasi modellashtirilgan, Qoraqalpog'iston Respublikasi Mo'ynoq, Nukus, Chimboy va Qo'ng'iro't tumanlariga joriy etilgan (Qoraqalpog'iston Respublikasi qishloq xo'jaligi vazirligining 2024-yil 31-iyuldagi 01/18–2573-son ma'lumotnomasi). Natijada Orol mintaqasida qum-chang zarrachalarini tarqalishi, ya'ni 10-170 mg/m³ gacha bo'lganligi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya ishining natijalari 8 ta xalqaro va 12 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida muhokamadan o'tgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqolalar, jumladan 4 ta respublika va 2 ta chet el ilmiy jurnallarida nashr etilgan, 1 ta EHM uchun dasturga guvohnoma olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning O'zbekiston va jahonda zaruriyati hamda dolzarbligi asoslangan, ishning maqsadi va vazifalari, obyekt va predmetlari shakllantirilib, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ochib berilgan. Olingan natijalarning nazariy va amaliy ahamiyatlari asoslangan, ishning aprobatsiyasi va natijalarining joriy qilinishi, hajmi va tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning «**Qum-chang bo'ronlarining shakllanish sharoitlari bo'yicha izlanishlar tahlili**» deb nomlangan **birinchi** bobida qum-chang bo'ronlarini hosil bo'lish sharoitlari va tarqalishiga doir nazariy va amaliy izlanishlarning analitik tahlili keltirilgan.

Atmosferadagi chang va qum bo'ronlari - bu tabiiy meteorologik hodisa, ushbu hodisani yo'q qilish mumkin emas. Biroq, ushbu chang va qum bo'ron hodisalariga olib keladigan ekologik omillarini bilish hamda tushunish orqali biz ularning atrof-muhitga salbiy ta'sirini minimallashtirishimiz mumkin.

Hududlarda qum-chang bo'ronlarining paydo bo'lishi, tarqalishi va ifloslantiruvchi zarralarning tarqalishining eng muhim omili iqlimdir. Qum-chang bo'ronlarining paydo bo'lishi issiqlik, yomg'ir, shamolning hosil bo'lish sharoitlari, bosim, havoning namligi va quyosh radiatsiyasi kabi turli xil iqlim elementlari bilan bevosita bog'langan holda hosil bo'ladi. Yuqoridagi holatlarning paydo bo'lishi natijasida hududlarda qurg'oqchilik darajasi kuchayib, haroratning

o'zgarishiga, shamol tezligining o'zgarishiga va shamol yo'nalishining ortib borishiga va qum-chang bo'ronlarining ortib borishiga olib keladi.

Qum-chang bo'ronlarini paydo bo'lishi tabiiy iqlimning barcha jihatlarining harakatlantiruvchi kuchi atmosfera bosimidir. Shamollar atmosfera bosimining turli hududlarida yoki yuqori atmosfera qatlamlarida farqlanishi natijasida hosil bo'ladi. Shamol yerdagi yoki atmosferaning yuqori qatlamlarida atmosfera bosimi farqlarini aniqlash uchun eng muhim ko'rsatkichlardan biri bo'lib xizmat qiladi. Shuningdek, u chang va qum bo'ronlari harakatining eng kuchli qo'zg'atuvchi omillaridan biri bo'lib xizmat qiladi. Chang va qum bo'ronlarini o'rganish jarayonida shamol harakati momentini tahlil qilish kerak, chunki shamol ifloslantiruvchi changni o'z yo'nalish gradusi bo'yicha olib yuradigan va tarqatadigan energiya manbaidir.

Qum-chang bo'ronlarini hosil bo'lish shart sharoitlarini aniqlashda A.M.Vadie, M.Mansoor, S.Ch.Ponnappa, X.Fengjin, Z.Caiping, L.Yaoming, H.Shen, J.Abuduwaili, A.Samat, M.Long, G.Viggs, S.Lohara, J.Wegerdt, M.Joost, I.Small, R.Hubbard, Han Zhiwen, Wang Tao, Sun Qingwei, Dong Zhibao, Vang Xunming, N.Ravshanov, B.E.Nishonov, A.R.Axmedova., V.A.Duxovniy, X.Hailiang, Z.Xinfeng, L.Xinghong, A.A.Samania, S.Dadfarb, A.Shahbazi, Yaping Shao, Eunjoo Jung, L.M.Leslie, P.J.Prakash, G.Stenchikov, M.L.Arushanov, L.Yu.Shardakova, B.Telemuratova va boshqa olimlar ishlarining tahlilidan ma'lumki, qum-changlar mavjud bo'lgan atmosfera havosida ma'lum bir sharoitlar uchun ilmiy tadqiqotlar olib borilgan va ma'lum bir ijobiy natijalarga erishilgan.

Shu boisdan qum-chang bo'ronlarini shakllanish sharoitlarini baholashda atmosfera havosining temperaturasi, shamol tezligi va yo'nalishi, havoning nisbiy namliklarini aniqlash muhimligi asoslangan.

Olib borilgan tahlillar asosida dissertatsiyaning maqsad va vazifalari belgilandi.

Dissertatsiyaning «**Qum-chang bo'ronlarini tarqalish modellari**» deb nomlangan **ikkinchi** bobida atmosfera havosida ikki fazali havo oqimi sifatida qarab, havoda qum-chang zarrachalarini kinematik va dinamik strukturasi ifodalovchi turli xil modellar va hisoblash usullarini ishlab chiqishga bag'ishlangan tadqiqot natijalari keltirilgan.

Hozirgi kunda, yuqorida bayon etilgandek, bugungi zamonaviy dunyoda atmosferaning shu jumladan quyi troposferadagi chang va qum miqdorining konsentratsiyasi ko'plab jarayonlarga ta'sir qiladi. Xususan inson salomatligi, muhandislik va boshqa kommunikatsiya tizimlari, hayvonot va nobotatning shakllanish sharoitlariga ta'sir ko'rsatadi. Shu o'rinda atmosferadagi fizik va kimyoviy jarayonlar nobarqaror va qonuniyatlarini ilg'ash, tushunish murakkabdir.

Atmosfera havosini ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasining taqsimlanishini bashorat qilish muammosini hal qilish uchun tadqiqotchilar odatda matematik vositalardan foydalanadilar. Atmosferada ifloslantiruvchi moddalarning tashish va tarqalishi jarayonlarini modellashtirish ob-havo va iqlim sharoiti, tuproq

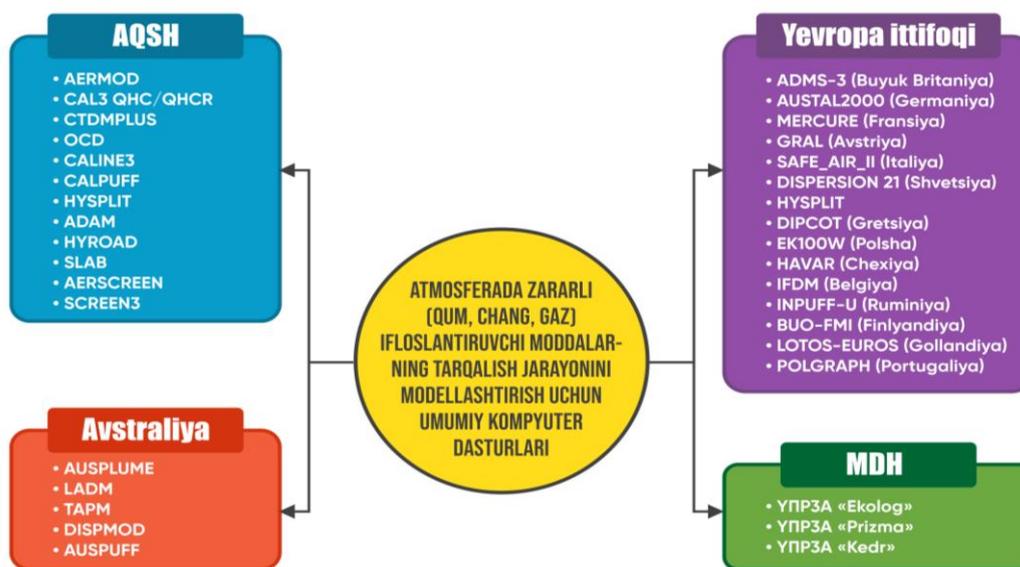
eroziyasi, aerazol zarralarining fizik-mexanik xususiyatlari va boshqalar kabi turli omillarni hal qilishni talab qiladi.

Obyekt yoki hududdan bo‘ladigan chang emissiyasini modellashtirish natijalari mintaqaviy havo sifati ko‘rsatkichlaridan oshmasligi yoki havo sifatini yanada yomonlashtirmasligini aniqlashtirishini ta’minlash uchun ishlatiladi.

Shu sababli, modellashtirish usuli obyekt chiqaradigan ifloslantiruvchi moddalar miqdorini ham, ifloslantiruvchi moddalarning tarqalishini ham to‘g‘ri baholashi muhimdir.

Ifloslantiruvchi dispersiyani modellashtirish matematik algoritmlar yordamida yakunlanadi. Amaldagi bir nechta asosiy matematik algoritmlar mavjud: Hozirgi kunda zamonaviy dasturlash asosida bir qancha kompyuter modellari yaratilgan. Ushbu modellarni asosiga B.Launder, B.Sharma modeli, D.Uilkoks modeli, L.Reyli va D.Teylor, RANS-Reynolds, R.Richtmyer va E.Meshkov usullari yotadi. Odatda eng ko‘p ishlatiladigan Boks modeli, Gauss modeli, Eyler modeli va Lagranj modellaridir.

Ushbu to‘rtta matematik model havo dispersiyasini modellashtirish uchun ishlatiladigan asosiy yondashuvlardir. Ushbu tenglamalarga asoslangan ko‘plab o‘zgarishlar mavjud. Ba’zi o‘zgarishlar shamol yo‘nalishi, shamol tezligi va turbulentslikning tasodifiyligini ifodalash uchun statistik funksiyalarni qo‘shadi; boshqalar esa xos manba parametrlarini kiritishni o‘z ichiga oladi. Kompyuterlar orqali mavjud bo‘lgan hisoblash quvvati ortganligi sababli, modellar yanada murakkab va xilma-xil bo‘lib bormoqda. Bu havo dispersiyasi uchun juda ko‘p kompyuter modellarini yaratishga olib keldi.



1-jadval. Atmosferada zararli (qum, chang, gaz) ifloslantiruvchi moddalarning tarqalish jarayonini modellashtirish uchun umumiy kompyuter dasturlari.

Dissertatsiyaning «**Tabiiy dala sharoitida olib borilgan tadqiqotlar tahlili**» deb nomlangan **uchinchi** bobida Orolbo‘yi mintaqasidagi statsionar va nostatsionar manbalarda atmosfera havosidagi qum-chang zarrachalarini miqdori bo‘yicha izlanishlar natijalari keltirilgan.

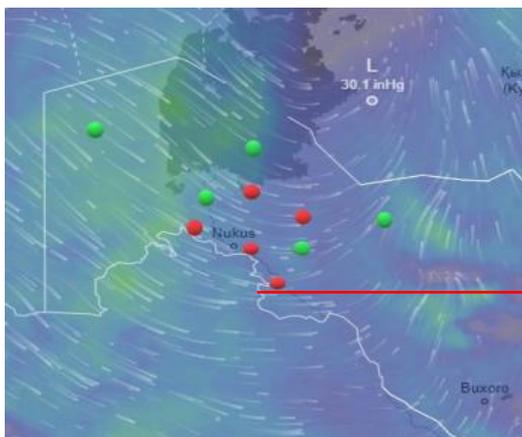
Orol dengizining janubi-sharqiy qirg'og'i quruq kamarining kengligi 30-50 km ga yetdi. Tadqiqot davomida 1975-yildagi birinchi hisob-kitoblariga ko'ra tashilgan chang hajmining yiliga o'rtacha 45 million tonnani tashkil etgan bo'lsa, 1990-yilda bu ko'rsatkich ikki barobarga, yani 90 million t/yil oshganligi aniqlandi.

Orolbo'yi hududlarida va past bosimli shamolda havo kemalarini kuzatish paytida qum-chang xususiyatlarini o'lchash tadqiqotlari kelajakdagi iqlim o'zgarishini bashorat qilishda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo'lgan radiatsiyaviy ta'sirlarning yangi baholariga olib keladi. Orol dengizining qurib borishi va haroratning keskin ko'tarilishi hududning boy ekotizimlariga katta zarar yetkazdi. Bunda yer osti suvlari sathining pasayishi natijasida dengizga oqib tushadigan daryolarning qirg'oqlari juda katta zarar ko'rganligi, bu esa hudud cho'llanishining kengayishiga olib kelgan.

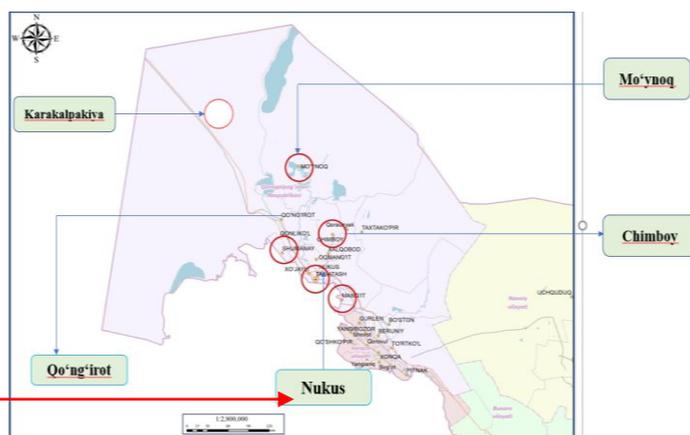
Markaziy Osiyodagi qum-chang bo'ronlari qurg'oqchil va qurg'oqchilikka xos tabiiy iqlim hodisasidir. Hududdagi chang va qum bo'ronlari bo'yicha tizimli kuzatuvlar uchun meteorologik stansiyalar o'z faoliyatini 1936-yildan beri tizimli ravishda olib bormoqda. Bu kuzatishlar davomiyligi, intensivligi va gorizontol ko'rinishini vizual baholash bilan cheklangan. Orolbo'yi mintaqasidagi chang va qum bo'ronlarining atrof-muhitga ko'rsatayotgan zararli ta'sirlari va tarqalish areallarini umumlashtiruvchi ilmiy tadqiqotlar ilk bor 1960-1970-yillarda olib borilgan. Hozirgi vaqtda Orol dengizning qurigan ochiq tubi yaqin bo'lgan qo'shni hududlarga tarkibida zaharli ifloslantiruvchi tuzlar va kimyoviy moddalarning "tarqatuvchisi" ga aylandi.

Orolbo'yi hududidan Orol dengizining qurigan tubigacha bo'lgan qismida iqlim omillaridan foydalanish va yer qoplamini tahlil qilish uchun bir necha bosqichdagi tadqiqotlarni talab qildi. Olib borilgan tadqiqot metodologiyasining birinchi qadami sifatida, iqlim omillari ma'lumotlarini oldindan qayta ishlash va atmosfera qobig'idan olingan ma'lumotlarni tuzatishlar kiritildi. Bu esa haritalashning sifati va aniqligini oshirishga yordam berdi. Orolbo'yi hududidagi asosiy (Nukus, Qo'ng'iroq, Chimboy va Mo'ynoq) stansiyalari ma'lumotlari asosida havo harorati, yog'ingarchilik, namlik va shamol kabi meteorologik ko'rsatkichlarning o'zgarishi tahlil qilindi.

Orolbo'yi mintaqasida meteorologik stansiyalarning 1970-yildan 2023-yillargacha bo'lgan ma'lumotlari olinib, tahlil qilindi (1,2-rasm). Turli xil karakterli joylardan 2020-yildan 2023-yilgacha bo'lgan davrlarda dala izlanishlari olib borilgan.

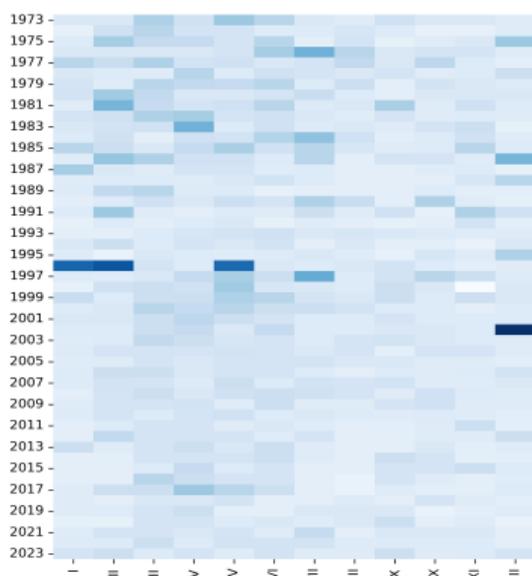


1-rasm. Tadqiqot obe'klari

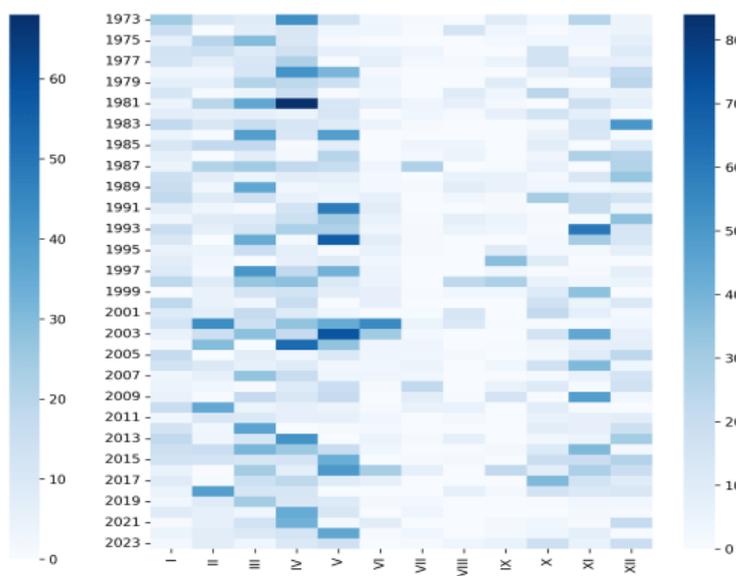


2-rasm. Dala tadqiqotlari olib borilgan hududlar

Olingan ma'lumotlarni statistik tahlili. Nukus, Chimboy, Qo'ng'irof va Mo'ynoq meteorologik stansiyalarida 1973-2023-yillar oralig'ida har oy uchun o'rtacha yog'ingarchilik qiymatlari bo'yicha Man-Kendall trend tahlili o'tkazildi. Har bir oy uchun Kendall tau koeffitsienti va p-qiymatlar quyida keltirilgan.



3 - rasm. Nukus meteorologik stansiyasida kuzatilgan ko'p yillik o'rtacha yog'ingarchilik qiymatlari



4 - rasm. Qo'ng'irof meteorologik stansiyasida kuzatilgan ko'p yillik o'rtacha yog'ingarchilik qiymatlari

Chimboy stansiyasidagi tahlil natijalari ko'p oylar uchun sezilarli trendlar mavjud emasligini ko'rsatmoqda. Bu, ehtimol, yog'ingarchilikning yillar davomida nisbatan barqaror bo'lganligini ko'rsatadi. Biroq, ba'zi oylarda zaif ijobiy yoki salbiy trendlar kuzatilgan, ammo ular statistik jihatdan ahamiyatli emas.

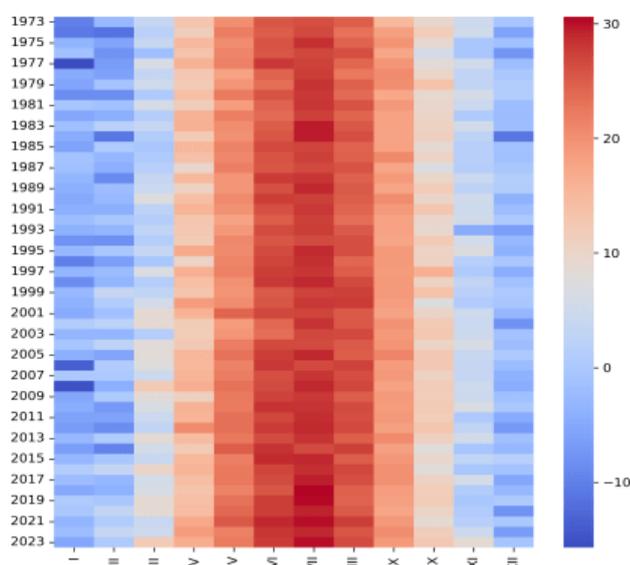
Ushbu natijalar mahalliy iqlim sharoitlari va yog'ingarchilik tendentsiyalarini chuqurroq o'rganish zarurligini ko'rsatadi. Yog'ingarchilikdagi o'zgarishlar qishloq xo'jaligi, suv resurslari va boshqa sohalarga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shuning uchun ushbu o'zgarishlarga moslashish va ularga qarshi chora-tadbirlarni ishlab chiqish muhimdir.

Tahlil natijalari ko‘plab oylik o‘rtacha haroratlarda sezilarli trendlar mavjudligini ko‘rsatdi.

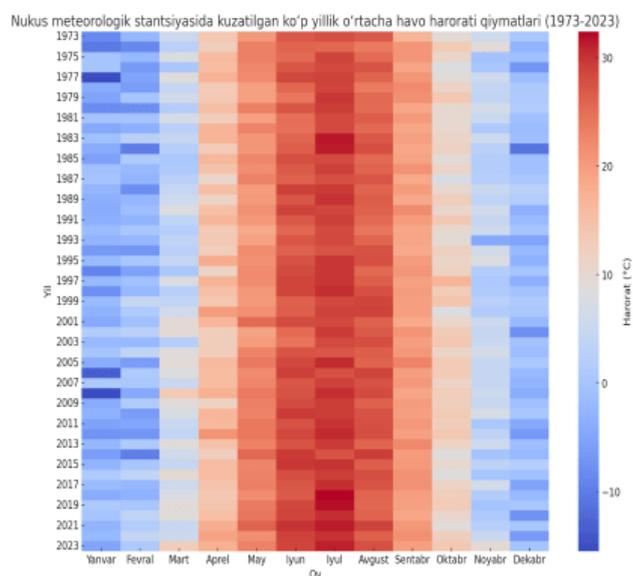
- Yanvar: Yanvar uchun tau qiymati ijobiy (0.141789) bo‘lsa-da, u statistik jihatdan ahamiyatli emas ($p=0.143579$), bu yillar davomida harorat o‘zgarishlarida aniq trend yo‘qligini ko‘rsatadi.

- Fevraldan oktyabrgacha: Ushbu oylarda statistik jihatdan ahamiyatli ijobiy trendlar kuzatildi, bu oylik o‘rtacha haroratlarning oshishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, mart ($\tau=0.376828$, $p=0.000103$), may ($\tau=0.404917$, $p=0.000032$) va iyun ($\tau=0.412859$, $p=0.000023$) oylarida trendlar kuchli bo‘lib, bu oylarda barqaror isish tendentsiyasini ko‘rsatmoqda.

- Noyabr va dekabr: Noyabr va dekabr oylarida sezilarli trendlar kuzatilmadi, tau qiymatlari nolga yaqin (-0.024487 va -0.074863) va p-qiymatlar yuqori (0.801067 va 0.440154). Bu oylar davomida haroratlarning nisbatan barqaror bo‘lganligini ko‘rsatadi.



5 - rasm. Qo‘ng‘irot meteorologik stansiyasida kuzatilgan ko‘p yillik o‘rtacha havo harorati qiymatlari



6 - rasm. Nukus meteorologik stansiyasida kuzatilgan ko‘p yillik o‘rtacha havo harorati qiymatlari

Ushbu natijalar Qo‘ng‘irot va Mo‘ynoqda bahor va yoz oylarida umumiy isish tendentsiyasini ko‘rsatadi, bu global va mintaqaviy iqlim o‘zgarishlari bilan mos keladi. Qish oylarida (noyabrdan yanvargacha) sezilarli trendlarning yo‘qligi qishki haroratlarning katta o‘zgaruvchanligi yoki bu oylarda ta‘sir ko‘rsatadigan boshqa iqlim omillari bilan izohlanishi mumkin.

Bahor va yoz oylarida sezilarli ijobiy trendlarning kuzatilishi mahalliy qishloq xo‘jaligi, suv resurslari va ekotizim dinamikasiga muhim ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Haroratning oshishi ekinlar hosildorligi, suv mavjudligi va o‘simliklar va hayvonlar turlarining tarqalishiga ta‘sir qilishi mumkin. Shuningdek, kuzatilgan isish tendentsiyasi issiq to‘lqinlarining chastotasi va intensivligini oshirishi mumkin, bu esa inson salomatligi va infratuzilmaga ta‘sir qiladi.

Kelgusi tadqiqotlar ushbu trendlarning ortidagi omillarni aniqlashga, masalan, atmosfera havosini o‘zgarishi, yerdan foydalanishdagi o‘zgarishlar yoki

antropogen ta'sirlarni o'rganishga qaratilishi mumkin. Bundan tashqari, ushbu harorat tendentsiyalarining mahalliy jamiyatlar va ekotizimlarga ta'sirini o'rganish muhim hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, Mann-Kendall trend tahlili Qo'ng'iroq va Mo'ynoqda bahor va yoz oylarida o'rtacha oylik haroratlarda sezilarli isish tendentsiyalarini aniqladi. Ushbu natijalar mintaqada iqlim o'zgarishlarining ta'sirini tushunish va ularga moslashish hamda ularni yumshatish strategiyalarini ishlab chiqish uchun monitoring va tadqiqotlarni davom ettirish muhimligini ta'kidlaydi.

Dissertatsiyaning «**Orolbo'yi mintaqasida chang va qumli bo'ronlar yuz berishining shart sharoitlarini baholash**» deb nomlangan **to'rtinchi** bobida qum-chang bo'ronlarining shakllanishi bo'yicha turli hil omillar asosida sodir bo'lishi bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Atmosfera ifloslanishining mumkin bo'lgan darajasini belgilaydigan tabiiy omillarning kombinatsiyasi atmosfera ifloslanishining meteorologik va iqlimiy potentsiali, sirt va ko'tarilgan inversiyalarning chastotasi, ularning kuchi, intensivligi, aralashtirish qatlamining balandligi, turli balandliklarda sokin qatlamlar (shtil), kuchli yog'ingarchilik, tuman, havoning turg'unlik chastotasi bilan tavsiflanadi. Bu omillar (qum, chang, gaz, aerazol va boshq.) tashlanmalarning tarqalishini keskin sekinlashtirishi va atmosfera havosining haddan tashqari mahalliy ifloslanishiga, mintaqa ustida gaz-tutun "do'ppisi"ning shakllanishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun birinchi navbatda atmosfera havosidagi zararli zarrachalar miqdorini va havoning meteorologik salohiyatini aniqlash lozim bo'ladi.

Qum-changning atmosferada tarqalishi potentsialining iqlimiy omillarida Orol dengizi bo'yida atmosferaning ifloslanish darajasini shakllantirishda chiqindilarning o'tkazilishi va tarqalishini belgilovchi meteorologik sharoitlar muhim rol o'ynaydi.

Atmosfera havosiga qum-chang zarrachalarining maksimal yuklarni baholashning ishonchli mezonni atmosferaning meteorologik salohiyati ko'rsatkichi (AMSK) hisoblanadi. Ushbu ko'rsatkich meteorologik omillar majmuasining funksiyasini ifodalab, ular bir holatda atmosferada zararli aralashmalarning to'planishiga, ikkinchida esa atmosfera havosining o'z-o'zini tozalashni bildiradi:

$$AMCK = \frac{\partial_{\text{шшТ}} + \partial_{\text{ТТК}}}{\partial_{\text{ЭТ}} + \partial_{\text{шТ}}}$$

Bu yerda: $\partial_{\text{шшТ}}$ - Sokin xavo (shtil) holatining takrorlanishi, %; $\partial_{\text{ТТК}}$ - tumanli kunlarning takrorlanishi, %; $\partial_{\text{ЭТ}}$ - Yog'ingarchilik kunlarining takrorlanishi, %; $\partial_{\text{шТ}}$ - Shamol yo'nalishi 6 m/sek oshiq bo'lgan kunlar takrorlanishi, %.

AMSK ni hudud uchun hisoblab topish uchun Orol dengizi bo'yida joylashgan Uzgidromet agentligiga qarashli meteorologik stansiyalarda 1973-2023-yillarda kuzatilgan ma'lumotlardan foydalanildi.

Olingan ma'lumotlar tahlil natijalariga ko'ra Mo'ynoqda kuzatilgan meteoko'rsatkichlar bo'yicha AMSK ko'rsatkichi 0,77 ga teng bo'lgan. Qo'ng'irotda bu ko'rsatkich 0,71 ga va Nukus shahrida 0,64 ga teng bo'lgan.

Shunday qilib, AMSK ko'rsatkichining hisobiy miqdorlari ham qum-chang emessiyasining Orol dengizining qurigan tubidan shakllanish imkoniyatlari yuqoriligini ko'rsatdi.

Quyidagi jadvalda turli gradiatsiyadagi havo harorati sharoitida yuz bergan qumli bo'ronlarning ulushi keltirilgan.

2-jadval.

Havo harorati gradiatsiyasi sharoitida kuzatilgan qumli bo'ronlarning ulushi.

Havo harorati gradiatsiyasi	Mo'ynoq		Qo'ng'irotda		Chimboy		Nukus	
	Kunlar	%	Kunlar	%	Kunlar	%	Kunlar	%
0-15	2.4	11.4	3.1	15.8	2.6	17.8	2.2	15.2
15-30	6.7	31.8	5.4	27.6	6.7	45.9	5.9	40.7
30-40	8.6	40.8	8.2	41.8	4.4	30.1	5.3	36.6
40 dan yuqori	3.4	16.1	2.9	14.8	0.9	6.2	1.1	7.6

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki qum-chang bo'ronlarining yuz berishi, asosan havo harorati Orol dengiziga yaqin mintaqalarda +15-30 gradus bo'lganda, dengizdan uzoqlashganda esa +30-40 gradus oralig'larida kuzatiladi.

Hususan, Mo'ynoq shahrida kuzatilgan qumli bo'ronlarning 40,8 foizi havo harorati +30-40 gradus bo'lganda kuzatilgan. Bunday tendensiya Qo'ng'irotda ham saqlanib qolib, 41,8 % ni tashkil qilgan.

Orol dengizidan uzoqlashgach Chimboy shahrida 45,9 % holatda havo harorati +15-30 gradus oralig'ida bo'lgan. Bu tendensiya esa Nukus shahrida saqlanib qolib 40,7% ni tashkil qilgan.

Qum-chang bo'ronlarning vujudga kelishidagi yana bir asosiy omillardan biri bu havoning nisbiy namligi hisoblanadi.

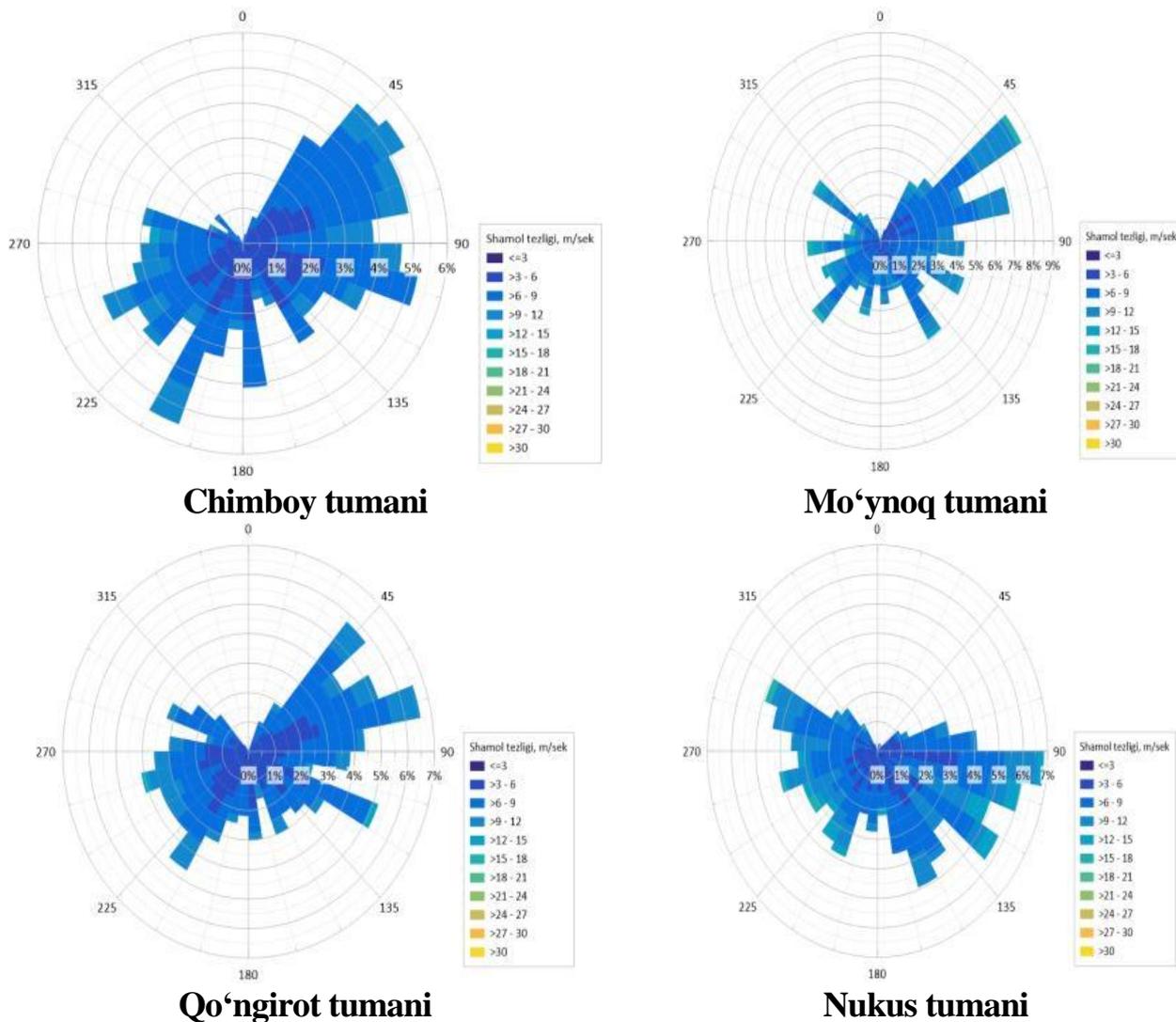
Quyidagi jadvalda Orolbo'yi mintaqasida kuzatilgan qumli bo'ronlar vaqtida havoning nisbiy namligi gradiatsiyasi keltirilgan.

3-jadval.

Havoning nisbiy namligi gradiatsiyasi sharoitida kuzatilgan qum-chang bo'ronlarining ulushi.

Nisbiy namlik gradiatsiyasi	Mo'ynoq		Qo'ng'irotda		Chimboy		Nukus	
	Kunlar	%	Kunlar	%	Kunlar	%	Kunlar	%
20% dan past	4.6	21.8	4.2	21.4	2.8	19.2	2.8	19.3
20-30%	4.8	22.7	4.4	22.4	3.7	25.3	3.6	24.8
30-50%	6.7	31.8	6.2	31.6	4.9	33.6	4.9	33.8
50-60%	4.8	22.7	4.4	22.4	2.8	19.2	2.8	19.3
60% dan yuqori	0.2	0.9	0.4	2.0	0.4	2.7	0.4	2.8

Jadval ma'lumotlaridan ko'rish mumkinki havo namligi bilan qum-chang bo'ronlarining yuz berishi o'rtasidagi bog'liqlik ancha murakkab. 20-60% gacha bo'lgan nisbiy namlik asosan yilning kech bahor va yoz mavsumida kuzatilgan. Aynan shu davrlarda qumli bo'ronlar kuzatiladi. Havoning nisbiy namligi 60% dan yuqori bo'ladigan vaqt kech kuz va qishga to'g'ri keladi. Bu vaqtga kelib qumli bo'ronlarning bo'lish intensivligi pasayadi.



7-rasm. Orolbo'yi hududlarida shamolning tarqalish tezligi

Hudud uchun changli va qumli bo'ronlarning takrorlanishi ma'lumotlari to'rtta meteorologik stansiyalarda keyingi 50 yil davomida kuzatilgan. Ushbu ma'lumotlar tahlili qum bo'ronlarining, asosan bahor va yoz oylarida sinoptik jarayonlarning faol ta'sirida yuz berishi aniqlandi.

Ekstremal gidrometeorologik ma'lumotlarning istiqbolli bashoratlari Gumbelning logorafimik taqsimoti qonunlariga bo'ysunuvi ta'sirida hisoblab topildi.

**Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘ronlarining takrorlanishi prognozlari
(miqdorlar qum-chang bo‘ronlari yuz beradigan kunda)**

Qaytish davri,yil	Yillik oshib ketish ehtimoli, %	Gumbel Factori EV	Qum-chang bo‘ronlari soni			
			Mo‘ynoq	Qo‘ng‘irot	Chimboy	Nukus
2	50	0.4	8.1	3.7	5.8	6.5
5	20	1.5	12.2	8.7	8.6	9.0
10	10	2.3	15.1	12.4	10.6	10.8
20	5	3	17.7	15.5	12.3	12.4
50	2	3.9	21.1	19.6	14.6	14.5
100	1	4.6	23.7	22.8	16.3	16.1
200	0.5	5.3	26.3	26.0	18.1	17.7
500	0.2	6.2	29.6	30.0	20.3	19.8
1000	0.1	6.9	32.2	33.2	22.1	21.4

Hisoblashlar istiqbolda Mo‘ynoq shahri misolida har ikki yilda qumli bo‘ronlarning yiliga yuz berishi 8,1 kuni tashkil qilishini ko‘rsatdi. O‘sib borishi nuqtayi nazariga tayanilsa har 50 yilda 365 kunning 21.1 kuni qumli bo‘ronlar bilan o‘tadi. Bu ko‘rsatkichning har 100 yilda takrorlanishi 23.7 kunga to‘g‘ri keladi.

Umumiy hisobda Mo‘ynoq va Qo‘ngirot tumanlarida qumli bo‘ronlar yuz beradigan kunlar soni xalokatli oshib bormoqda. Ushbu bashoratlar nisbiy bo‘lib meteokuzatuvlarning miqdoriga bog‘liq. Agar pessemistik prognozlarga tayanilsa yog‘ingarchiliksiz kunlarning soni kamayishi va havo haroratining oshishi bilan atmosferadagi jarayonlarning xavfli tus olishi sharotida ushbu ko‘rsatkichlar oshishi ehtimoli yuqori.

Meteorologik kuzatuvlar natijalariga ishonilsa meridian bo‘ylab nukusga tomon qumli chang bo‘ronlar kuzatiladigan kunlar soni kamayib borgan. Xususan qum changli bo‘ronlarning har ikki yilda takrorlanishi Chimboy uchun 5.8 ni, Nukus shahri uchun 6.5 kuni tashkil qilgan. Ushbu hududda qum-chang bo‘ronlarining davomiyligi 2 soatdan 48 soatgacha qayd qilingan.

Orol dengizi bo‘yida joylashgan barcha stansiyalarning o‘rtacha ko‘rsatkichda qum-chang bo‘ronlarining davomiyligi hisoblab chiqildi. Hisoblangan ma‘lumotlarga ko‘ra qumli bo‘ronlarning eng qisqa davomiyligi 3 soatgacha bo‘lgan holat yiliga 66% ni tashkil qildi. 3 soatdan 6 soatgacha davomiylidagi qum bo‘ronlarining yillik ulushi 21 % ni tashkil qiladi. 6 soatdan 12 soatgacha davomiylidagi qum bo‘ronlarining ulushi 11% ni tashkil qiladi. Uzoq davomiylidagi qum bo‘ronlarining ulushi, hususan bir sutka uchun 0.4% va ikki sutka va undan ortiq davomiylidagi qum bo‘ronlarining yuz berishi 0.2% ulushni tashkil qiladi. Kuzatuv natijalari tahliliga ko‘ra uzoq davomiylikka ega

qumli bo‘ronlar, asosan yilning aprel va may oylarida kuzatilgan. Ba‘zi yillarda noyabr oyida yuz bergan.

Qisqa davomiylidagi qum bo‘ronlari esa, asosan, may oyining ikkinchi yarmi va yoz oylarida yuz beradi.

Yuqoridagi tendensiyaga asoslanib qum-changning asosan Orol dengizi tubidan emessiya bo‘lishini belgilash mumkin. Bundan tashqari atrofdagi barqarorlashmagan qumli maydonlar namlikning kamayishi bilan chang va qumning potensial manbayiga aylanadi.

Dissertatsiyaning «**Chang va qum zarrachalarini tarqalishini modellashtirish**» deb nomlangan **beshinchi** bobida Lagranj va Eyler va boshqa modellarga asoslangan HYSPLIT dasturi asosida qum-chang bo‘ronlarini tarqalish traektoriyasini va hududlardagi havoda qancha zarrachalar tarqalayotganligi hisoblangan.

Bugungi kunda ko‘plab tadqiqotlar chang va qum bo‘ronlarining fazoviy tarqalishini tadqiq qilishga qaratilgan bo‘lsada natijalarning emperik ifodalarga bog‘lanib qolganligi, ularni eksperimental natijalar bilan solishtirishning imkonsizligi sababli aniq yechimlarni taklif qila olmayapti.

Aerologik va aerofizik tadqiqotlarga asoslangan aniqligi nisbatan yuqori bo‘lgan model bu HYSPLIT bo‘lib *Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated* gibrit yagona zarrachali Lagranjning integral traektoriya modelidir.

Modelni hisoblash usuli Lagranj yondashuvi o‘rtasidagi gibrid bo‘lib, traektoriyalar yoki havo tashuvchilarining dastlabki joydan harakatlanayotganda adveksiya va diffuziya hisoblari uchun harakatlanuvchi ma‘lumot tizimidan foydalanadi va qat‘iy uch o‘lchovli panjaradan foydalanadigan Eyler metodologiyasiga asoslanadi. Ushbu model 30 yildan ko‘proq vaqt davomida, radiozond kuzatuvlari asosida soddalashtirilgan yagona traektoriyalarni baholashdan tortib, mahalliy va global miqyosda tashiladigan, tarqalgan va to‘plangan bir nechta o‘zaro ta’sir qiluvchi ifloslantiruvchi moddalarni hisobga olish tizimigacha rivojlandi. Model o‘z nomini ham Lagranj, ham Eyler yondashuvlaridan foydalanishdan olgan.

HYSPLIT modeli oddiy havo dispersiyasining traektoriyalarini hamda murakkab dispersiya va cho‘kma simulyatsiyalarini hisoblash uchun to‘liq tizimdir. Modelni hisoblash usuli havodagi zarrachalar dastlabki joydan harakatlanayotganda adveksiya va diffuziya hisoblari uchun harakatlanuvchi mos yozuvlar tizimidan foydalanadigan Lagrangian yondashuvi va ramka sifatida qat‘iy uch o‘lchamli panjaradan foydalanadigan Eyler yondashuvi o‘rtasidagi gibrididir. Havodagi ifloslantiruvchi moddalar konsentratsiyasini hisoblash uchun asosdir.

Orolbo‘yi mintaqasi uchun qum-chang bo‘ronlarining tarqalishini modellashtirishda Orolbo‘yi mintaqasi uchun 50 yillik ma‘lumotlar va dala tadqiqotlari ma‘lumotlari, ya’ni gidrometeorologik ma‘lumotlar, shamol tezligi,

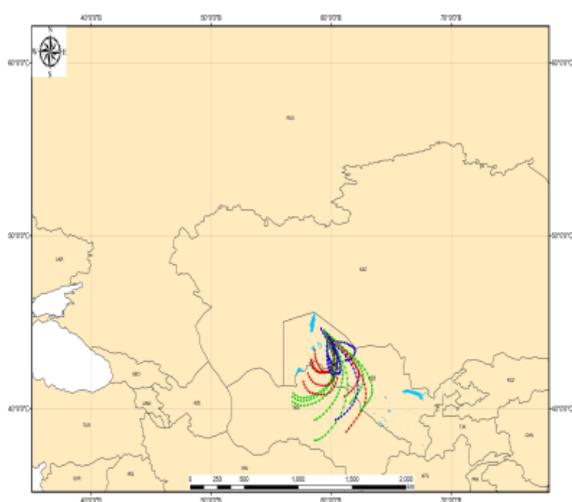
havo harorati, tuproqning tarkibiy xususiyatlari, geologiyasi va boshqa ma'lumotlardan foydalanildi.

HYSPLIT o'z hisob-kitoblarida mezomasshtabdan global miqyosgacha bo'lgan turli xil meteorologik model ma'lumotlaridan foydalanishi mumkin.

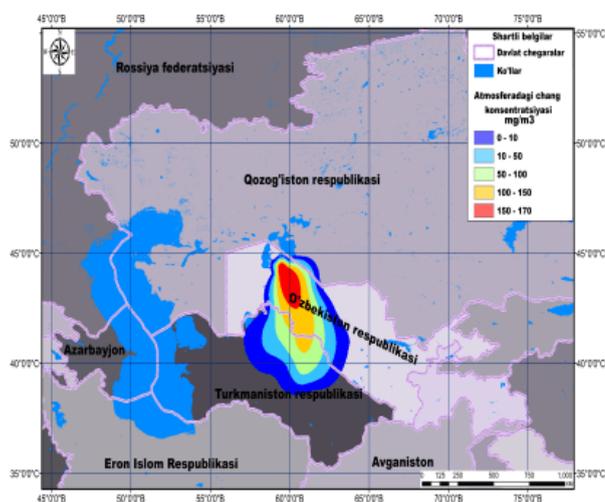
Shunday qilib, Orolbo'yida qum-chang bo'ronlari vaqtida zarrachalarning tarqalishini va qum-chang bo'ronlarining ko'lamini tadqiq qilishda HYSPLIT modelidan foydalanildi.

Modellashtirish uch bosqichda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda shu kungacha kuzatilgan qum-chang bo'ronlari vaqtidagi atmosfera dispersiyasi modeli qurildi. Modellashtirishda NOAA tashkilotining integral Gauss tenglamasiga asoslangan modelidan foydalanildi.

Qum-chang bo'ronlar vaqtida atmosferadagi chang konsentratsiyasini tadqiq qilishda WRF (Weather Research and Forecasting with Chemistry) modulidan foydalanildi.



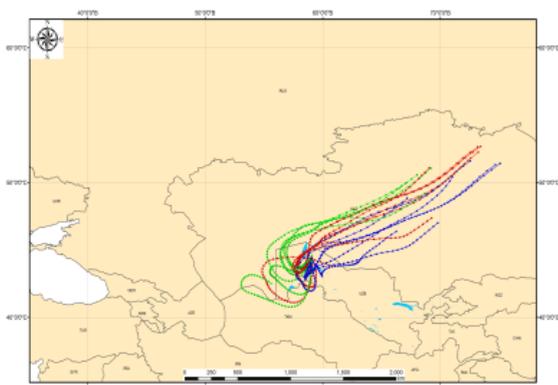
8-rasm. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning treaktoriyasi (27.04.2017 y).



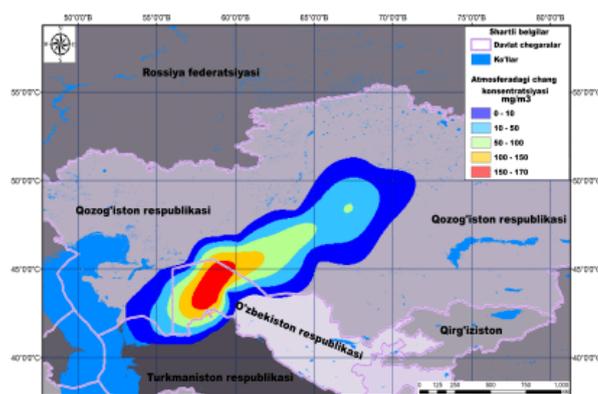
9-rasm. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning konsentratsiyasi (27.04.2017 yil).

2017-yilning 27-aprel kuni O'zbekistonning yaqin tarixidagi misli ko'rilmagan qum-chang bo'roni yuz berdi. Tungi soat 4.30 atrofida Volgabo'yida shakllanib O'rta Osiyoga kirib kelgan sovuq front bilan iliq front tutashishidan kuchli shamol Orol dengizi tubidan qum va tuzdan iborat zarrachalarni atmosferaga ko'tarib Janubga harakatlandi.

Oradan 2 soat vaqt o'tib Xorazm viloyatiga kirib keldi. Qum-chang bo'ronining ko'lami Turkmanistonning shimoliy viloyatlari, Qoraqalpog'iston, Xorazm va Navoyi, Buxoro viloyatlarining g'arbiy qismlarini qamrab oldi. Atmosferadagi zarrachalar konsentratsiyasi bo'ron markazida 150-170 g/m³ gacha yetgan. Ko'rish masofasi ba'zi joylarda 3-5 metrgacha tushib ketdi. Bo'rondan keyin chang zarralari atmosferada 1 sutka mobayinida saqlanib qoldi.

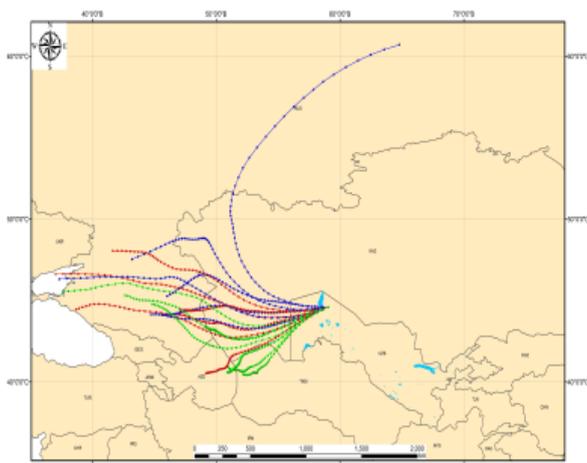


10-rasm. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning traektoriyasi (27.05.2018 yil).

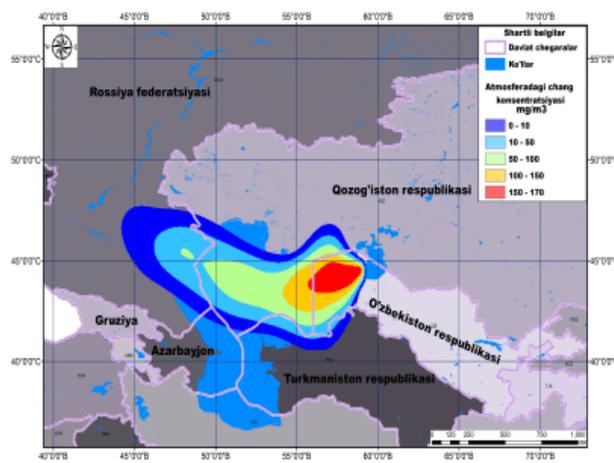


11-rasm. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning konsentratsiyasi (27.05.2018 yil).

Keng ko'lamdagi birinchi bo'rondan bir yilu bir oy o'tib 2018-yilning 27-may kuni qurib qolgan Orol dengizi tubidan yana qum va changdan iborat massa shimoli-sharqiy yo'nalishda qum-chang bo'ronlarini keltirib chiqaradi. Bunda Qoraqalpog'iston Respublikasi, Qozoqistonning janubiy viloyatlari kuchli qum-chang bo'ronlari ta'sirida qoladi.

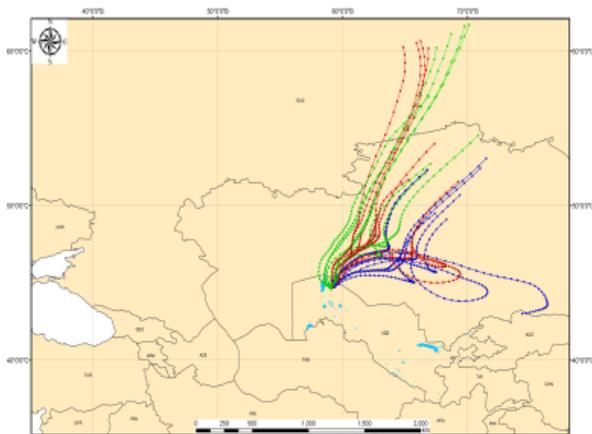


12-rasm. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning traektoriyasi (23.03.2020 yil).

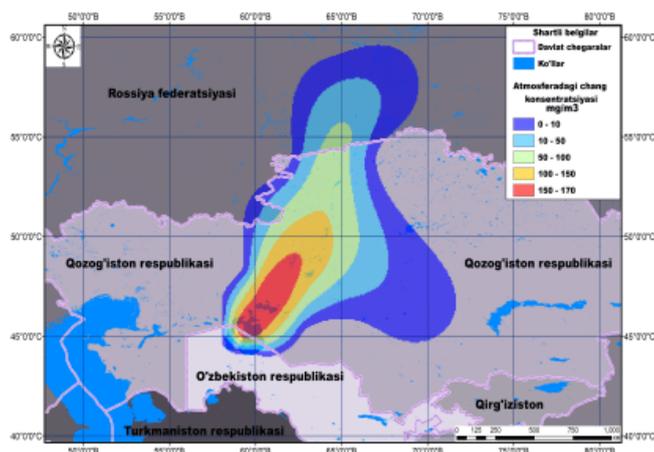


13-rasm. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'roni vaqtida atmosferadagi zarrachalar konsentratsiyasi (23.03.2020 yil).

Qum-chang bo'ronlarini shamol yo'nalishiga qarab o'zgarishini ko'rishimiz mumkin. Orolni qurigan tubidan asosiy uzog' bo'lib xizmat qilyayotganligini ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Bunda Qoraqalpog'iston respublikasi, Turkmaniston Respublikasini ba'zi hududlarida va hattoki Kasbiy dengiz atroflarigacha borishimi ko'rishimiz mumkin bo'ladi (11,12-rasmlar).

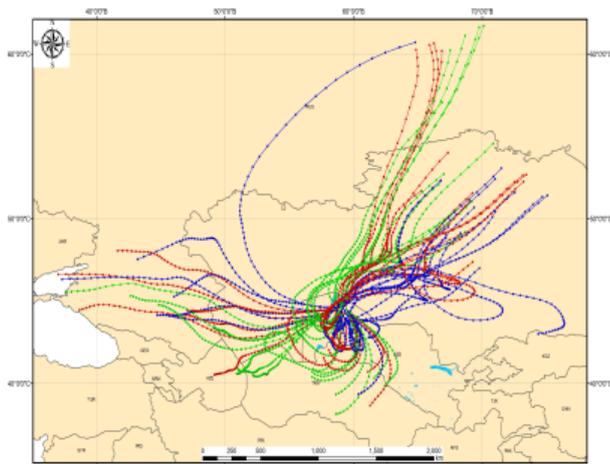


14-rasm. Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning traektoriyasi (29.05.2020 yil).

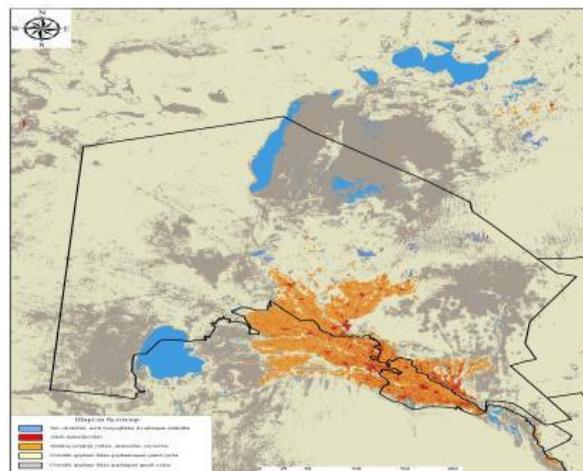


15-rasm. Orolbo‘yi mintaqasida qum-chang bo‘roni vaqtida atmosferadagi zarrachalarning konsentratsiyasi (29.05.2020 yil).

Orol dengizi bo‘yicha yuz bergan qumli va chang bo‘ronlarining atmosferadagi aerologik jarayonlarni hisobga olgan xolda modellashtirish natijalari quyidagi 14-rasmda keltirilgan.



16-rasm. Orol dengizi bo‘yicha yuz bergan qum-chang bo‘ronining atmosferadagi aerologik jarayonlarini hisobga olgan holda modellashtirish natijalari



17-rasm. Orolbo‘yi mintaqasida yuz beradigan qum-chang bo‘ronining potensial holati

Modellashtirish natijalaridan ko‘rish mumkinki, qum-chang bo‘ronlari vaqtida zarrachalarning atmosferada tarqalish treaktoriyasi shimolda Sharqiy Sibir tekisligigacha, janubda Eronning Kopettagni shimoliy tog‘ yonbag‘irlarigacha, Sharqda Ximoloy tog‘lar etagigacha, g‘arbda Azov va Qora dengiz sohillarigacha yetib borishini ko‘rishimiz mumkin bo‘ladi (15,16-rasm).

Ushbu modellashtirish natijalari Orol dengizi bo‘yida yuz bergan qum-changi bo‘ronlarining xususiyatlarini ifodalaydi.

XULOSALAR

"Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'ronlari shakllanishi va tarqalishini modellashtirish" mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etiladi:

1. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'ronlarini ehtimoliy qaytish davrini aniqlash uchun qum va chang bo'ronlarini tabiiy muhitda shakllanishining asosiy parametrlarini bir vaqtning o'zida tahlil qilish orqali, qum va chang bo'ronlarining tabiatda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavf-xatarlari shuningdek turli xildagi salbiy oqibatlarini baholandi.

2. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'ronlarini shakllanish sharoitlari va tarqalishiga doir amalga oshirilgan nazariy va amaliy tadqiqotlarning analitik tahlili, laboratoriya va yillar davomida dala tadqiqotlarida to'plangan ma'lumotlari tahlili bo'yicha qum-chang bo'ronlarini shakllanishi baholandi. Qum-chang zarrachalarini konsentratsiyasi, harakat rejimlarini hamda havo harorati, shamol tezligi, harakat yo'nalishi va atrof-muhit sharoitlari, aerologik jarayonlarni inobatga olgan holda HYSPLIT dasturida hisoblash aniqligi yuqoriligi kuzatildi.

3. Qum-chang bo'ronlarining yuz berishi, asosan, havo harorati Orol dengiziga yaqin mintaqalarda $+15$ $+30^{\circ}\text{C}$ bo'lganda, dengizdan uzoqlashganda esa $+30$ -40°C oraliklarida kuzatiladi. Hususan, Mo'ynoq shahrida qumli bo'ronlarning 40,8 % havo harorati 30 -40°C bo'lganda kuzatilgan. Bunday tendensiya Qo'ng'iroq shahrida ham saqlanib qolib 41,8 % ni tashkil qilgan. Orol dengizidan uzoqlashgach, Chimboy shahrida 45,9 % holatda havo harorati $+15$ -30°C oralig'ida bo'lgan, bu tendensiya Nukus shahrida ham saqlanib qolib 40,7% ni tashkil qilgan.

4. Orolbo'yi mintaqasida havo namligi bilan qum-chang bo'ronlarining yuz berishi o'rtasidagi bog'liqlik mavjud bo'lib, hududda havoning nisbiy namligi 20-60 % gacha bo'lishi, asosan yilning kech bahor va yoz mavsumida kuzatilgan. Aynan shu davrlarda qum-chang bo'ronlari kuzatiladi. Havoning nisbiy namligi 60% dan yuqori bo'ladigan vaqt kech kuz va qishga to'g'ri kelishi sababli qum-chang bo'ronlarning paydo bo'lish intensivligi pasayganligi aniqlandi.

5. Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'ronlarining yuz berish vaqtlarini hisoblashda Gumbel usulidan foydalanildi. Natijada Mo'ynoq shahri misolida qum-chang bo'ronlarining yuz berishi yiliga 8,1 kunning tashkil qilishi aniqlandi. Bu esa har 50 yilda 365 kunning 21,1 kuni qumli bo'ronlar bilan o'tishi, bu ko'rsatkichning har 100 yilda takrorlanishi 23,7 kunga to'g'ri kelishi aniqlandi.

6. Olingan natijalar asosida qum-chang bo'ronlarning eng qisqa davomiyligi 3 soatgacha bo'lgan holat yiliga 66 % ni tashkil qiladi. 3 soatdan 6 soatgacha davomiylidagi qum bo'ronlarining yillik ulushi 21 % ni tashkil qiladi. 6 soatdan 12 soatgacha davomiylidagi qum bo'ronlarining ulushi 11 % ni tashkil qiladi. Uzoq davomiylidagi qum-chang bo'ronlarining ulushi hususan bir sutka uchun 0.4% va ikki sutka va undan ortiq davomiylidagi qum bo'ronlarining yuz berishi 0.2 % ni tashkil qiladi. Kuzatuv natijalari tahliliga ko'ra uzoq davomiylikka

ega qumli bo‘ronlar yilning bahor faslida asosan aprel va may oylarida kuzatilgan. Ba‘zi yillarda noyabr oyida yuz bergan.

7. Tadqiqot natijalarida qum-chang bo‘ronlarni hosil bo‘lish shart sharoitlari baholandi va tarqalish hududlari hisoblash uchun HYSPLIT dasturi asosida modellashtirilish tavsiya etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.18/30.11.2022.Т.153.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ
ИНСТИТУТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

РУСТАМОВ ГИЕС САДРИДИНОВИЧ

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ПЕСЧАННО-ПЫЛЬНЫХ БУРЬ В РЕГИОНЕ ПРИАРАЛЬЯ**

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

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

Ташкент - 2024

Тема докторской диссертации зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2024.1.4.PhD/T486.

Диссертация выполнена в Научно-исследовательском институте окружающей среды и природоохранных технологий.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице ecoilm.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Самиев Лукмон Наимович доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Эркабаев Фуркат Ильясович, доктор технических наук, профессор Мусаев Маруфджон Набиевич кандидат технических наук, профессор
Ведущая организация:	Каршинский инженерно-экономический институт

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета №18/30.11.2022.Т.153.01 в НИИ природоохранных и природоохранных технологий «___» _____ 2024 года в ___ часов. (Адрес: 100000, город Ташкент, Чиланзорский район, улица Бунедкор, 7А, телефон (+99871)-237-22-67, факс: 237-54-79, e-mail:ecoilm@gov.uz.)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института Окружающей среды и природоохранных технологий Республики Узбекистан (Адрес: 100043, г.Ташкент, Чиланзарский район, проспект Бунёдкор, дом-7А, Тел.: (71) 277-69-83)

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2024 года.

(Протокол рассылки №___ от «___» _____ 2024 года)

Б.А. Пулатов.

Председатель Научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., доцент

С.С.Буриев

Ученый секретарь Научного совета по присуждению
ученых степеней, к.с.х.н., доцент

Ш.О.Мурадов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Одно из ведущих мест в мире занимает оценка воздействия на всю экологию и окружающую среду в результате загрязнения атмосферного воздуха, распространения бурь, состоящих из смеси токсичной пыли, песка и соли, а также применение расчетов их распространения по территориям. В условиях глобального изменения климата разработаны региональные модели, направленные на предотвращение образования пыльных и песчаных бурь, изменения условий распространения и других непредвиденных последствий с увеличением сферы негативного воздействия и в настоящее время требующие проведения научных исследований и внедрения в практику более разнообразных совершенствованных моделей. В связи с этим важное значение имеют эффективные методы анализа условий образования сильных пыльных и песчаных бурь, разработка методов управления этим явлением и расчета распределения частиц пыли и песка в пострадавших районах, а также использование этих методов.

В мире существует более 25 моделей формирования и распространения песчаных и пыльных бурь в глобальном или региональном масштабе. В том числе проводятся научно-исследовательские работы по оценке воздействия на окружающую среду в результате образования и распространения песчаных и пыльных бурь с учетом климатических условий и географической среды. При этом особое внимание уделяется методу расчета пыльных и песчаных бурь с учетом климатических параметров, географических условий и физико-механического состава частиц пыли, а также методам определения траектории распространения на большие расстояния.

В нашей республике осуществляются комплексные меры по проведению исследований и практическому применению новых технологий по разработке различных систем моделирования для прогнозирования условий образования и распространения песчанно-пыльных бурь и предупреждению негативных воздействий и достигаются определенные результаты. В стратегии Узбекистана – 2030, в том числе в цели 69: Определение важных задач по стабилизации экологической обстановки в Приаральском регионе, смягчению негативного воздействия экологических проблем, вызванных высыханием Аральского моря. В реализации этих задач, в том числе исследование механизмов разработки и прогнозирования нестационарной системы моделирования, представления на основе результатов исследований выводов для установления новых критериев, разработки механизма размещения социально-производственных объектов в зависимости от степени опасности экологической обстановки на территории, создания программного обеспечения для прогнозирования условий образования и распространения пыльных бурь в регионах.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики

Узбекистан №УП-60 от 28.01.2022 г. «Стратегия развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», Постановление Президента Республики Узбекистана №ПП-338 от 24. 09.2024 г. « О первоочередных мерах по борьбе с пыльными бурями и улучшению качества атмосферного воздуха», а также другими нормативно-правовыми актами, принятыми в этой сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в Республике Узбекистан IV. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Степень изученности проблемы. Ряд известных зарубежных ученых внесли значительный вклад в решение таких вопросов, как вычисления частиц пыли и песка, распределение их в атмосфере, в том числе А.М. Vadi, М. Mansur, S. Ch. Ponnappa, X. Fenszin, Z. Kaiping, L. Yaomin, X. Shen, Dj. Abuduvayli, A. Samat, M. Long, G. Viggs, S. Lohara, Dj. Vegerdt, M. Joost, I. Smoll, R. Xabbard, Хан Chjiven, Van Tao, Sun sinvey, Dun Chjibao, Van Syunmin, Н. Равшанов, Б.Е. Нишанов, Л.Ю. Шардакова, А.Р. Ахмедова., В.А. Духовный, которые провели научные исследования и получили определенные положительные результаты.

Значительных результатов в решении задач по расчету воздействия на окружающую среду и способов распространения при образовании и распространении песчаных бурь в бассейне Аральского моря добились А. Ayshaszyan, Dj.Abuduvayli, X.Hailiang, Z. Sinfen, L.Sinxun, A.A.Samaniya, S. Dadfarb, A. Shaxbazi, Yarin Shao, Yunchju Yung, L.M.Lesli, P.J.Prakash, Г. Стенчиков, Н.М. Равшанов., Д.К.Шарипов., Д.Ахмедов., Н.Нарзуллаева., Ахмедов Д.Д., М.Л.Арушанов, Б.Е.Нишанов, Л.Ю.Шардакова, Телемуратова и др.

При этом недостаточно изучены проблемы концентрации веществ в атмосфере, погодно-климатических условий, географии территории, распределения частиц в окружающей среде с учетом физико-механических свойств.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательского проекта «Разработка модели прогнозирования условий формирования и распространения пыльных бурь для Приаралья» (2023-2025).

Целью исследования является моделирование условий распространения песчаных и пыльных бурь в Приаралье.

Задачи исследования:

Анализ существующих исследований образования и распространения песчаных, пыльных бурь;

Анализ исторических метеорологических (температура, скорость и направление ветра, осадки, влажность), аэрологических, почвенных, времени

и продолжительности пыльных бурь, данных рельефа территории, собранных в регионе Приаралья;

Оценка условий образования песчанно-пыльных бурь в регионе Приаралья;

Моделирование условий образования и распространения песчанно-пыльных бурь из нестационарных источников в регионе Приаралья;

Разработка рекомендаций по моделированию распределения по регионам количества частиц, образующихся в атмосфере во время песчанно-пыльных бурь в Приаралье.

В качестве объекта исследования была взята разработка модели условий образования и распространения песчанно-пыльных бурь, формирующихся на территории Муйнакского, Кунгратского, Чимбайского и Нукусского района Республики Каракалпакстан.

Предметом исследования являются методы определения условий образования и ареалов распространения образующихся песчанно-пыльных бурь путем разработки модели их распространения.

Методы исследования. В ходе исследования были использованы общепринятые методы в аэродинамике, аэрофизике, экологии, методы статистического анализа Манна-Кендалла, аэрологические методы, методы математического планирования экспериментов географических информационных систем (ГАТ) и методы полевых исследований, а также методы, установленные действующими нормативными документами.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

На основании показателя метеорологического потенциала атмосферы (АМСК) с учетом температуры и относительной влажности воздуха в регионе Приаралья установлена тенденция образования песчанно-пыльных бурь равная 0,77 в Муйнаке, 0,71 в Кунграте и 0,64 в Нукусе;

С помощью метеорологических данных за последние 50 лет и с учетом почвенно-климатических условий местности, механического состава частиц были рассчитаны образование и распространение песчанно-пыльных бурь;

Определена траектория распространения песчанно-пылевых частиц в регионе Приаралья с учетом метеорологических параметров, состава почвы, геологических условий;

Разработана модель концентрации распространения песчанно-пыльных бурь в регионе Приаралья с учетом аэрологических процессов, направления и скорости ветра;

На основе программы HYSPLIT смоделирована концентрация частиц песка и пыли в атмосфере во время шторма в регионе Приаралья в пределах 150-170 г/м³.

Практическими результатами исследования являются:

Определены условия формирования песчанно-пылевых бурь с учетом температуры и влажности воздуха;

Определены влияние погодных условий и других факторов окружающей среды на возникновение и распространение песчанно-пыльных бурь;

При расчете распространения песчанно-пыльных бурь в Приаралье определены скорость и направление ветра, температуру, влажность и количество осадков, качество воздуха, тип почвы, рельеф местности.

Было разработано программное обеспечение для моделирования образования и распространения песчанно-пыльных бурь в регионе Приаралья.

Достоверность результатов исследования заключается в сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований, статистической обработки данных, лабораторных экспериментов с данными производственных экспериментов.

Научно-практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования состоит в том, что распределение песчанно-пыльных бурь в регионе Приаралья моделируется концентрацией распределения площадей по площади с учетом аэрологических процессов. Объясняется это тем, что траектория распространения пыли, песчаных частиц Приаралья моделируется с учетом метеорологических параметров, состава почвы, геологических условий.

Практическая значимость результатов исследования объясняется тем, что оценка условий возникновения пыльных и песчаных бурь в Приаралье проводится с учетом изменения климатических условий и других факторов окружающей среды, которые могут влиять на возникновение и распространение песчанно-пыльных бурь с учетом температуры и влажности воздуха при формировании песчанно-пыльных бурь.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов моделирования образования и распространения песчанно-пыльных бурь в регионе Приаралья. Внедрен в Муйнакском, Нукусском, Кунгратском и Чимбайском районах Республики Каракалпакстан, где моделируется траектория распространения частиц пыли, песка с учетом метеорологических параметров, состава почвы, геологических условий Приаралья (приказ Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Каракалпакстан от 31 июля 2024 г. № 01/18-справочник № 2573). Результат позволил определить траекторию движения песка и пыли в районе Приаралья;

При расчете песчанно-пылевых бурь с помощью программы HYSPLIT определен потенциал их формирования в районе Приаралья. Внедрён в Мойнакском, Нукусском, Кунгиротском и Чимбойском районах Республики Каракалпакстан (Приказ Министерства экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Каракалпакстан № 01/18-2573 от 31 июля 2024 года' справка). В результате, прогнозируя возникновение песчаных и пыльных бурь в регионе Приаралья, можно оценить воздействие на окружающую среду и разработать меры в будущем;

Распределение пыли, песчаных бурь в Приаралье смоделировано с учетом аэрологических процессов в Муйнакском, Нукусском, Чимбайском и Чунгаротском районах республики Каракалпакстан, где смоделирована концентрация распределения территорий по площади (справочник

Министерства сельского хозяйства Республики Каракалпакстан от 31 июля 2024 г. № 01/18–2573). В результате было обнаружено, что распределение частиц песка и пыли в районе острова составляет от 10 до 170 мг/м³;

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы обсуждались на 8 международных и 12 республиканских научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 4 статьи в научных изданиях, рекомендованных к публикации Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD), в том числе 4 статьи в республиканских и 2 в зарубежных научных журналах, 1 сертификат на ЕНМ программу экспозиции.

Структура и Объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации-120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.

Во введении обоснована необходимость и актуальность проведенных исследований в Узбекистане и мире, сформулированы цели и задачи, объекты и предметы работы, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, раскрыта научная новизна и практические результаты исследований. Обоснована теоретическая и практическая значимость полученных результатов, дана информация об апробации и внедрении результатов работы, объеме и структуре.

В первой главе диссертации, озаглавленной «Анализ исследований условий образования песчано-пыльных бурь», представлен аналитический анализ теоретических и практических исследований условий образования и распространения песчано-пыльных бурь.

Движущиеся пыльные и песчаные бури в атмосфере - природное метеорологическое явление, которое невозможно искоренить. Однако, зная и понимая факторы окружающей среды, вызывающие пыльные и песчаные бури, мы можем минимизировать их воздействие на окружающую среду.

Важнейшим фактором возникновения, распространения и распространения загрязняющих частиц песчано-пыльных бурь в регионах является климат. Образование песчаных и пыльных бурь происходит в прямой связи с различными климатическими элементами, такими как жара, дождь, условия образования ветра, давление, влажность воздуха и солнечная радиация. Возникновение вышеуказанных состояний приводит к увеличению уровня засухи в регионах, что приводит к повышению температуры, изменению скорости ветра и увеличению направления ветра, что приводит к усилению песчаных и пыльных бурь.

Возникновение песчаных и пыльных бурь движущей силой всех аспектов естественного климата является атмосферное давление. Ветры образуются в результате дифференциации атмосферного давления в разных

областях или верхних слоях атмосферы. Ветер служит одним из важнейших показателей для определения разности атмосферного давления на земле или в верхних слоях атмосферы. Он также служит одним из самых сильных триггеров движения пыли и песчаных бурь. При изучении пыли и песчаных бурь необходимо анализировать момент движения ветра, поскольку ветер является источником энергии, который переносит и рассеивает загрязняющую пыль в градусах своего направления.

Из анализа работ А.М. Vadi, М. Mansur, S. Ch. Ponnappa, X. Fenszin, Z. Kauping, L. Yaomin, X. Shen, Dj. Abuduvayli, A. Samat, M. Long, G. Viggs, S. Lohara, Dj. Vegerdt, M. Joost, I. Smoll, R. Xabbard, Xan Chjiven, Van Tao, Sun sinvey, Dun Chjibao, Van Syunmin, Л., Ю., Шардакова, А.Р. Ахмедова, В.А. Духовный, X.Hailiang, З.Синьфэн, Л.Синхун, А.А.Самания, S. Dadfarb, A. Shaxbazi, Yarin Shao, Yunchju Yung, L.M. Lesli, P.J. Prakash, Г. Стенчиков, М.Л. Арушанов, Б.Нишонов, Б.Телемуратова, Н.М.Равшанов и других ученых по определению условий, необходимых для образования песчано-пылевых бурь, проводились научные исследования для определенных условий в атмосферном воздухе, где песчано-пылевые бури присутствуют. Были достигнуты некоторые положительные результаты.

Поэтому важность определения температуры атмосферы, скорости и направления ветра, относительной влажности воздуха основывается на оценке условий формирования песчано-пылевых бурь.

На основе анализа были определены цели и задачи диссертации.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Модели распространения песчано-пыльных бурь»**, представлены результаты исследований, посвященных разработке различных моделей и вычислительных методов представления кинематической и динамической структуры частиц песчано-пыли в воздухе, рассматриваемых как двухфазный воздушный поток в атмосферном воздухе.

В настоящее время, как было сказано выше, в современном мире, концентрация пыли и песка в атмосфере, в том числе в нижней тропосфере, влияет на многие процессы. В частности, здоровье человека, инженерные и другие коммуникационные системы влияют на условия формирования живого и неживого. На данный момент физические и химические процессы в атмосфере нестабильны, и законы прогрессирования сложны для понимания.

Для решения задачи прогнозирования распределения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе исследователи обычно используют математические модели. Моделирование процессов переноса и распределения загрязняющих веществ в атмосфере требует решения различных факторов, таких как погодные-климатические условия, эрозия почвы, физико-механические свойства аэрозольных частиц и т. д.

Оно используется для обеспечения того, чтобы результаты моделирования потенциального выброса пыли от объекта или территории были точными, чтобы гарантировать, что они не превышают региональные показатели качества воздуха и не ухудшают качество воздуха.

Поэтому важно, чтобы метод моделирования правильно оценивал, как количество загрязняющих веществ, выбрасываемых объектом, так и распределение загрязняющих веществ.

Моделирование рассеивания загрязнений осуществляется с использованием математических алгоритмов. Существует несколько основных математических алгоритмов. В настоящее время создан ряд компьютерных моделей на основе современного программирования. Эти модели основаны на методах Б. Лаундера, Б. Шармы, модели Д. Уилкокса, методах Л. Рейли и Д. Тейлора, RANS-Рейнольдса, Р. Рихтмайера и Э. Мешкова. Наиболее часто используются бокс-модель, модель Гаусса, модель Эйлера и модель Лагранжа.

Эти четыре математические модели являются основными подходами, используемыми для моделирования дисперсии воздуха. Есть много вариаций, основанных на этих уравнениях. Некоторые изменения добавляют статистические функции для представления направления ветра, скорости ветра и случайности турбулентности; другие включают введение конкретных параметров источника. По мере увеличения вычислительной мощности, доступной через компьютеры, модели становятся все более сложными и разнообразными. Это привело к созданию большого количества компьютерных моделей дисперсии воздуха.

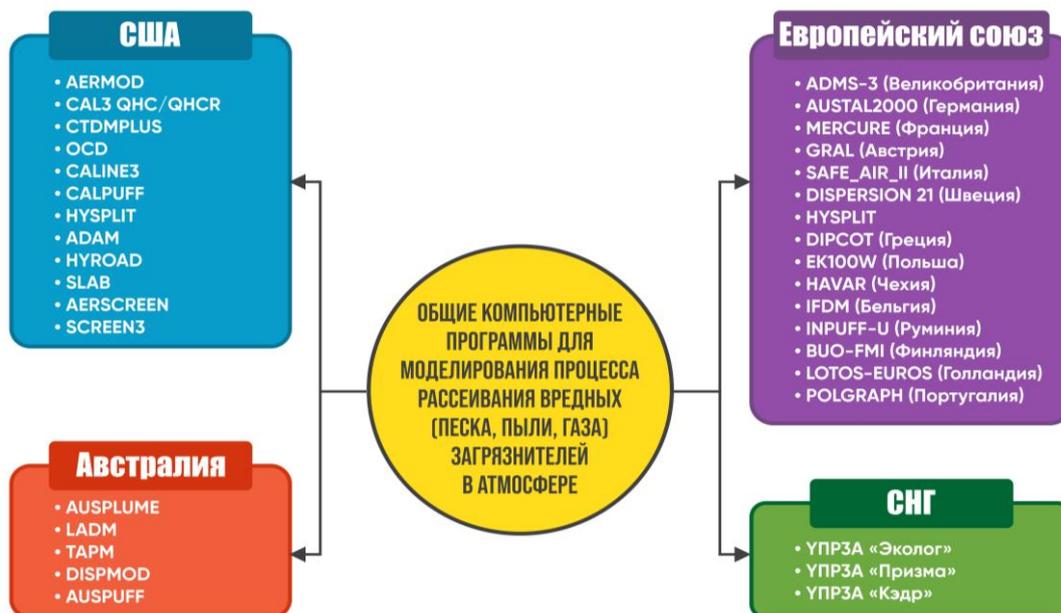


Таблица 1. Общие компьютерные программы для моделирования процесса рассеивания вредных (песка, пыли, газа) загрязнителей в атмосфере.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Анализ исследований в естественно-научных полевых условиях», представлены результаты исследований количества частиц песчано-пыли в атмосферном воздухе стационарных и нестационарных мест на территории Приаралья.

Ширина сухопутного пояса юго-восточного побережья Аральского моря достигала 30-50 км. В 1975 г. по первым подсчетам объем пыли, транспортируемой в ходе исследования, составлял в среднем 45 млн. т/год, а в 1990 г. было установлено, что этот показатель удвоился до 90 млн. т/год. Катастрофическое высыхание Аральского моря вызвало экологические кризисы.

Исследования, измеряющие свойства песка и пыли при наблюдении за воздушными судами в приаральских районах и при ветре низкого давления, приводят к новым оценкам радиационных воздействий, которые имеют решающее значение для прогнозирования будущих изменений климата. Высыхание территории Аральского моря и резкое повышение температуры нанесли значительный ущерб богатым природным экосистемам. Это связано с тем, что берега рек, впадающих в море, сильно пострадали в результате снижения уровня грунтовых вод, что привело к расширению опустынивания морской территории.

Пыльные и песчаные бури в Средней Азии - природное климатическое явление, характеризующееся засухой. Систематические наблюдения за пыльными и песчаными бурями в регионе систематически проводятся метеорологическими станциями с 1936 года. Это ограничивается визуальной оценкой продолжительности, интенсивности и горизонтального обзора наблюдений. Первые научные исследования, обобщающие вредное воздействие пыльных и песчаных бурь на окружающую среду и ареалы их распространения в Приаралье, были впервые опубликованы в 1960-х и 1970-х годах. В настоящее время высохшее открытое морское дно Арала стало «распространителем» токсичных загрязняющих солей и химикатов, которые образуются в соседних районах, близких к источнику.

Потребовалось несколько шагов для использования климатических факторов и анализа земного покрова от прибрежной зоны до сухого дна острова. В качестве первого этапа методологии исследования проводится предварительная обработка данных климатических факторов и корректировка данных, полученных из атмосферной оболочки, что непосредственно повышает качество и точность картографирования. Проанализированы изменения метеорологических показателей, таких как температура воздуха, осадки, влажность и ветер на основных станциях (Нукус, Кунгирот, Чимбой и Мойнок) в районе Аральского залива.

Получены и проанализированы данные метеостанций на территории Приаралья за период с 1970 по 2023 годы (рис.1,2). В период с 2020 по 2023 год были проведены полевые исследования.

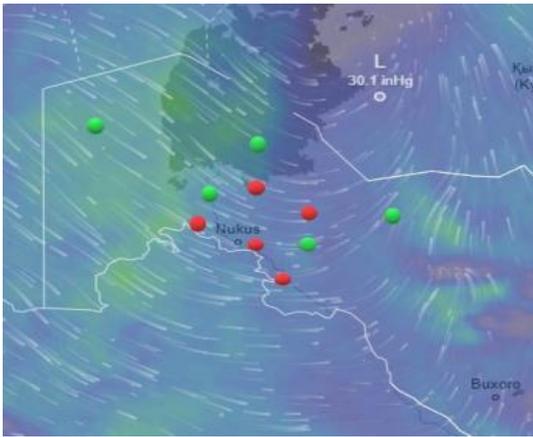


Рисунок 1. Объекты исследования

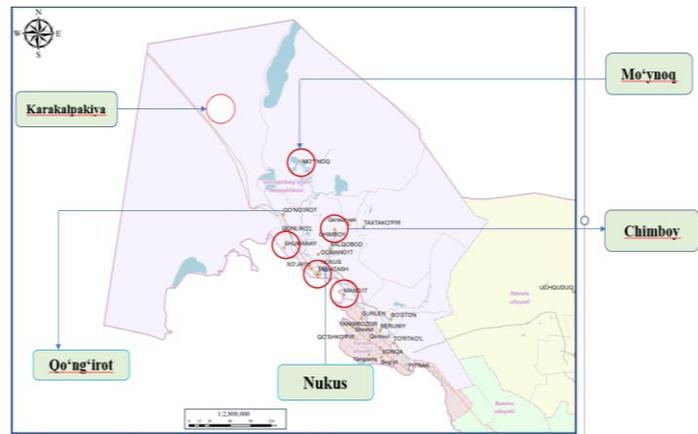


Рисунок 2. Предыдущие существующие точки площадей, где проводились полевые исследования

Статистический анализ полученных данных. На метеостанциях Нукус, Чимбой, Конгирот и Мойнок был проведен анализ тренда Мана-Кендалла по средним значениям осадков за месяц в период с 1973 по 2023 год. Коэффициент тау-белка Кендалла и р-значения для каждого месяца приведены ниже.

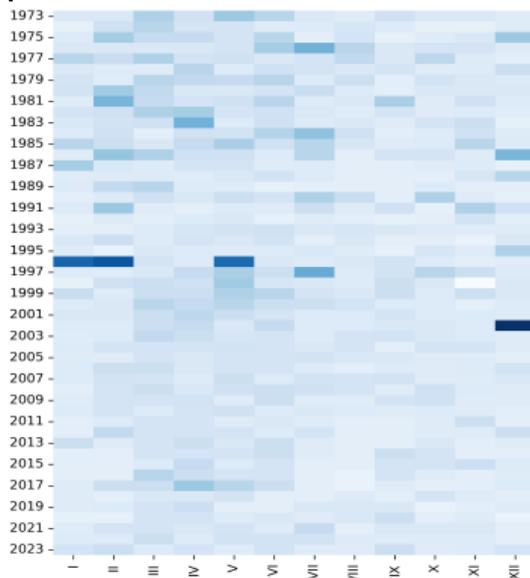


Рисунок 3. Среднегодовые значения осадков наблюдаемые на метеостанции Нукус

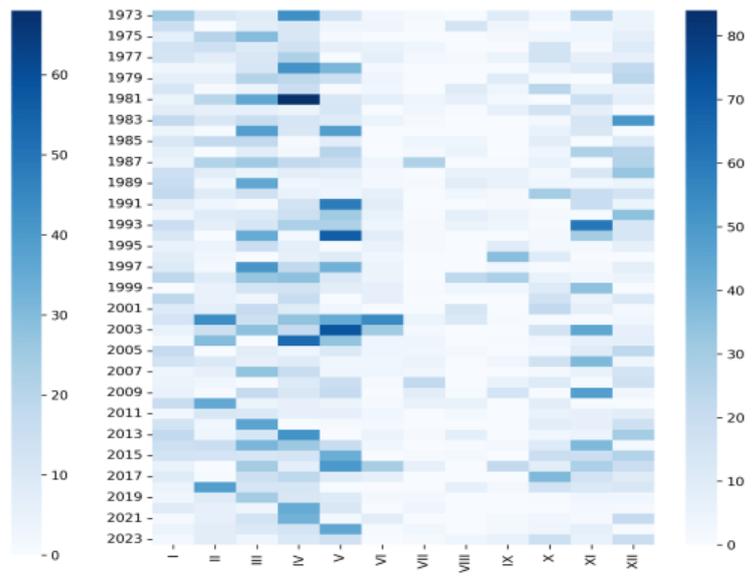


Рисунок 4. Среднегодовые значения осадков наблюдаемые на метеостанции Кунгират

Результаты анализа на станции Чимбой показывают, что в течение многих месяцев не было заметных тенденций. Это, вероятно, указывает на то, что осадки были относительно стабильными в течение многих лет. Однако в некоторые месяцы наблюдались слабые положительные или отрицательные тенденции, но они не были статистически значимыми.

Эти результаты указывают на необходимость более глубокого изучения местных климатических условий и тенденций выпадения осадков. Изменения количества осадков могут повлиять на сельское хозяйство, водные ресурсы и

другие отрасли. Поэтому важно адаптироваться к этим изменениям и разработать меры противодействия им.

Результаты анализа показали, что во многих среднемесячных температурах наблюдаются значительные тенденции.

- Январь: хотя значение Тау для января положительное (0,141789), оно не является статистически значимым ($P=0,143579$), что указывает на отсутствие четкой тенденции изменения температуры с годами.

- С февраля по октябрь: в эти месяцы наблюдались статистически значимые положительные тенденции, свидетельствующие о повышении среднемесячных температур. Особенно сильны тенденции в марте ($Tau=0,376828$, $P=0,000103$), мае ($Tau=0,404917$, $P=0,000032$) и июне ($Tau=0,412859$, $P=0,000023$), которые демонстрируют устойчивую тенденцию к потеплению в эти месяцы.

- Ноябрь и декабрь: значительных тенденций в ноябре и декабре не наблюдалось, значения тау близки к нулю (-0,024487 и -0,074863), а р-значения высоки (0,801067 и 0,440154). Это указывает на то, что температура была относительно стабильной в течение нескольких месяцев.

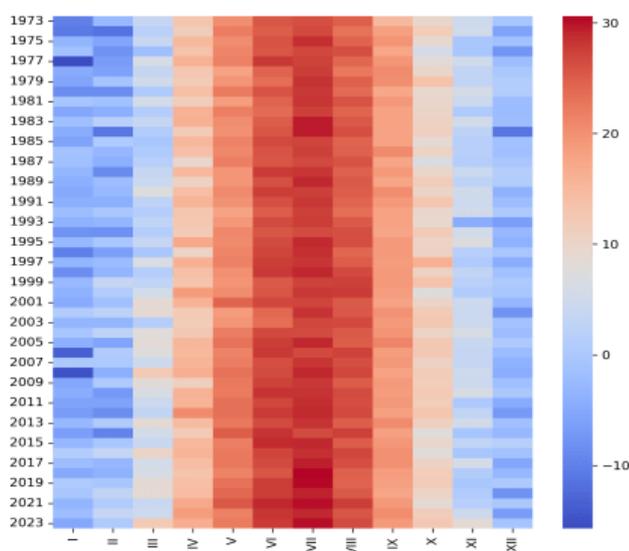


Рисунок 5. Среднегодовые значения температуры воздуха наблюдаемые на метеостанции Кунгират

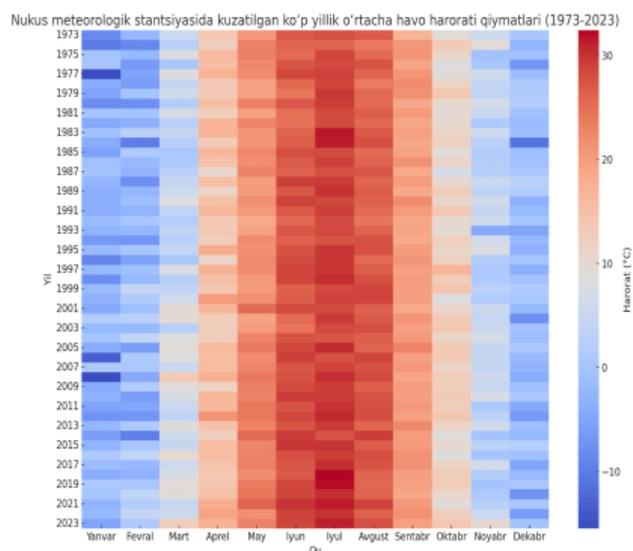


Рисунок 6. Среднегодовые значения температуры воздуха наблюдаемые на метеостанции Нукус

Эти результаты показывают общую тенденцию к потеплению в весенние и летние месяцы в Кунгирате и Нукусе, что согласуется с глобальными и региональными климатическими изменениями. Отсутствие заметных тенденций в зимние месяцы (с ноября по январь) можно объяснить большими колебаниями зимних температур или другими климатическими факторами, влияющими на эти месяцы.

Наблюдение значительных положительных тенденций весной и летом может иметь важное влияние на местное сельское хозяйство, водные ресурсы и динамику экосистем. Повышение температуры может повлиять на урожайность сельскохозяйственных культур, доступность воды и распространение видов растений и животных. Кроме того, наблюдаемая тенденция к потеплению может увеличить частоту и интенсивность волн тепла, что повлияет на здоровье человека и инфраструктуру.

Будущие исследования могут быть сосредоточены на выявлении факторов, лежащих в основе этих тенденций, таких как изменение атмосферного воздуха, изменения в землепользовании или изучение антропогенных воздействий. Кроме того, будет важно изучить влияние этих температурных тенденций на местные сообщества и экосистемы.

Таким образом, анализ тенденций Манна-Кендалла выявил значительные тенденции к потеплению в Кунгирате и Нукусе при среднемесячных температурах весной и летом. Эти результаты подчеркивают важность продолжения мониторинга и исследований для понимания последствий изменения климата в регионе и адаптации к ним, а также разработки стратегий их смягчения.

В четвертой главе диссертации под названием «Оценка условий возникновения пыльных и песчаных бурь в районе Аральского моря» представлены результаты исследований формирования песчаных и пыльных бурь в зависимости от различных факторов.

Совокупность природных факторов, определяющих возможный уровень загрязнения атмосферы, характеризуется метеорологическим и климатическим потенциалом загрязнения атмосферы, частотой поверхностных и восходящих инверсий, их силой, интенсивностью, высотой смешивающего слоя, спокойными слоями (штилями) на разных высотах, обильными осадками, туманами, частотой застоя воздуха. Эти факторы (песок, пыль, газ, аэрозоль и др.) могут резко замедлить распространение отходов и привести к чрезмерному локальному загрязнению воздушного бассейна, образованию газодымовой «шапки» над регионом. Поэтому в первую очередь необходимо будет определить количество вредных частиц в атмосферном воздухе и метеорологический потенциал воздуха.

Важную роль в формировании уровня загрязнения атмосферы на побережье Аральского моря в климатических факторах потенциала распространения песчано-пылевой пыли играют метеорологические условия, определяющие перенос и распределение выбросов.

Надежным критерием оценки максимальных нагрузок частиц песка и пыли на атмосферный воздух является показатель метеорологического потенциала атмосферы (АМСК). Этот показатель выражает функцию комплекса метеорологических факторов, которые в одном случае указывают

на накопление вредных примесей в атмосфере, а в другом-на самоочищение атмосферного воздуха:

$$AMCK = \frac{\partial_{шт} + \partial_{ТТК}}{\partial_{ЕТ} + \partial_{шт}}$$

Здесь: $\partial_{шт}$ - повторение состояния спокойного воздуха, %; $\partial_{ТТК}$ - повторяемость туманных дней, %; $\partial_{ЕТ}$ - повторяемость осадочных дней, %; $\partial_{шт}$ - повторяемость дней с направлением ветра более 6 м/сек, %.

Для расчета АМСК по площади были использованы данные наблюдений за 1973-2023 гг. на метеостанциях, подведомственных агентству Узгидромет, расположенных на побережье Аральского моря.

По результатам анализа полученных данных показатель АМСК по метеоусловиям, наблюдаемым на мысе, составил 0,77. В Кунгирате этот показатель равнялся 0,71, а в Нукусе-0,64 г.

Таким образом, расчетные величины показателя АМСК показали высокую вероятность образования песчано-пылевой эмиссии Хама с высохшего дна Аральского моря.

В таблице ниже приведена доля песчаных бурь, произошедших при температурных условиях воздуха различной градации.

Таблица 2.

Наблюдаемые градация температуры воздуха и доля бурь.

Градация температуры воздуха	Муйнок		Кунгирот		Чимбой		Нукус	
	Дни	%	Дни	%	Дни	%	Дни	%
0-15	2.4	11.4	3.1	15,8	2.6	17,8	2.2	15.2
15-30	6.7	31,8	5.4	27,6	6.7	45,9	5,9	40,7
30-40	8,6	40,8	8.2	41,8	4.4	30,1	5.3	36,6
Выше 40	3.4	16.1	2,9	14,8	0,9	6.2	1.1	7,6

Как видно из табличных данных, возникновение песчаных бурь в основном наблюдается при температуре воздуха 15-30 градусов в районах, близких к Аральскому морю, и в диапазоне 30-40 градусов по Цельсию в районах, удаленных от моря.

В частности, 40,8% песчаных бурь, наблюдаемых в Муйнаке, наблюдались при температуре воздуха 30-40 градусов. Такая тенденция сохранилась и составила 41,8%.

Эта тенденция сохранялась и в городе Нукус, где температура воздуха была в диапазоне 15-30 градусов в 45.9% случаев в городе Чимбой после отхода от Аральского моря, в то время как в городе Нукус она составляла 40,7%.

Еще одним ключевым фактором возникновения пыльных и песчаных бурь является относительная влажность воздуха.

В таблице ниже приведена градация относительной влажности воздуха во время песчаных бурь, наблюдаемых в Приаралье.

Таблица 3.

Градация относительной влажности воздуха и доля бурь

Градация относительной влажности	Муйнок		Кунгирот		Чимбой		Нукус	
	Дни	%	Дни	%	Дни	%	Дни	%
ниже 20%	4,6	21,8	4,2	21,4	2,8	19,2	2,8	19,3
20-30%	4,8	22,7	4,4	22,4	3,7	25,3	3,6	24,8
30-50%	6,7	31,8	6,2	31,6	4,9	33,6	4,9	33,8
50-60%	4,8	22,7	4,4	22,4	2,8	19,2	2,8	19,3
выше 60%	0,2	0,9	0,4	2,0	0,4	2,7	0,4	2,8

Из табличных данных видно, что связь между влажностью воздуха и возникновением песчаных бурь довольно сложна. Относительная влажность воздуха от 20 до 60% наблюдалась в основном в конце весенне-летнего сезона. Именно в эти периоды наблюдаются песчаные бури. Время, когда относительная влажность воздуха выше 60%, приходится на позднюю осень и зиму. К этому времени интенсивность нахождения песчаных бурь уменьшается.

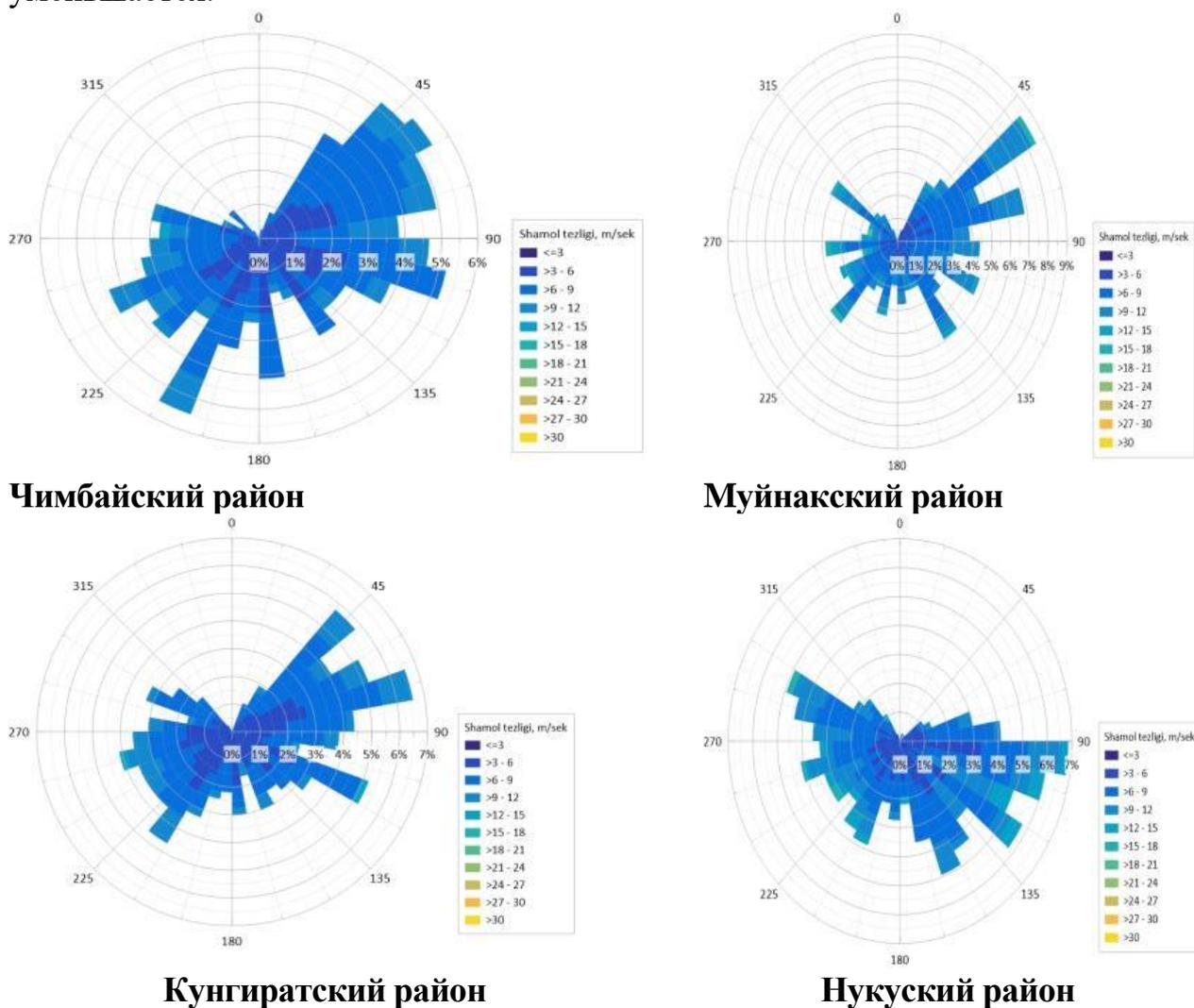


Рисунок 7. Скорость распространения ветра в прибрежных районах

Данные о повторяемости пыльных и песчаных бурь для этого района изучали на четырех метеорологических станциях в течение 50 лет. Анализ этих данных показал, что песчаные бури происходят в основном из-за активного воздействия синоптических процессов с Бахара и летних месяцев.

Перспективные прогнозы экстремальных гидрометеорологических данных были рассчитаны под влиянием подчинения законов логарифмического распределения гумбеля.

Таблица 4.

**Прогнозы повторяемости песчаных бурь на регионе Приаралья
(количество дня и возникновение песчаных бурь)**

Период озврата, год	Годовая вероятность превышения %	Фактор Гумбел EV	Пыльные и песчаные бури			
			Муйнок	Кунгирот	Чимбой	Нукус
2	50	0,4	8.1	3.7	5,8	6,5
5	20	1,5	12.2	8,7	8,6	9,0
10	10	2.3	15.1	12.4	10,6	10,8
20	5	3	17,7	15,5	12,3	12.4
50	2	3,9	21,1	19,6	14,6	14,5
100	1	4.6	23,7	22,8	16,3	16.1
200	0,5	5.3	26,3	26,0	18,1	17,7
500	0,2	6.2	29,6	30,0	20,3	19,8
1000	0,1	6,9	32,2	33,2	22,1	21,4

Расчеты показали, что в перспективе на примере города Муйнак вероятность возникновения песчаных бурь в год каждые два года составляет 8,1 дня. 21,1 из 365 дней каждые 50 лет проходят песчаные бури. Повторение этого показателя каждые 100 лет составляет 23,7 дня.

В целом количество дней с песчаными бурями в Муйнакском и Кунгратском районах катастрофически увеличивается. Эти прогнозы являются относительными и зависят от количества метеонаблюдений. Если опираться на пессимистические прогнозы, то в условиях сокращения числа дней без осадков и опасного характера атмосферных процессов с повышением температуры воздуха эти показатели с большей вероятностью увеличатся.

По результатам метеорологических наблюдений, количество дней, в течение которых наблюдаются песчаные пыльные бури вдоль меридиана в сторону Нукуса, уменьшалось. В частности, повторение песчаных пыльных бурь каждые два года составило 5.8 для Чимбая против 6.5 для города Нукус. Продолжительность пыльных песчаных бурь в этом районе составляет от 2 до 48 часов.

Рассчитана продолжительность песчаных бурь в среднем по всем станциям, расположенным на побережье Аральского моря. По подсчитанным данным, кратчайшая продолжительность песчаных бурь до 3 часов

составляла 66% в год. Годовая доля песчаных бурь продолжительностью от 3 до 6 часов составляет 21%. Доля песчаных бурь продолжительностью от 6 до 12 часов составляет 11%. Доля продолжительных песчаных бурь составляет 0.4%, в частности, для однодневных, и 0.2%, в частности, для песчаных бурь продолжительностью два дня и более. Согласно анализу результатов наблюдений, продолжительные песчаные бури наблюдались в основном в весеннее время года, в основном в апреле и мае. В некоторые годы это происходило в ноябре.

С другой стороны, кратковременные песчаные бури случаются в основном во второй половине мая и в летние месяцы. Основываясь на вышеуказанной тенденции, можно установить, что песчаная пыль в основном является выбросом со дна Аральского моря.

Кроме того, нестабилизированные песчаные участки вокруг становятся потенциальным источником пыли и песка с уменьшением влажности.

В пятой главе диссертации, озаглавленной «**Моделирование распределения частиц пыли и песка**», была рассчитана траектория распространения песчано-пыльных бурь и количество частиц, распространяющихся по воздуху в регионах, на основе программы HYSPLIT, основанной на моделях Лагранжа, Эйлера и других.

Хотя многие исследования сегодня сосредоточены на изучении пространственного распределения пыли и песчаных бурь, результаты, привязанные к эмпирическим выражениям, не могут предложить окончательных решений из-за невозможности их сравнения с экспериментальными результатами.

Модель с относительно высокой точностью, основанная на аэрологических и аэрофизических исследованиях, представляет собой модель интегральной траектории гибридной Лагранжевой интегрированной гибридной одиночной частицы - **HYSPLIT**.

Метод расчета модели представляет собой гибрид подхода Лагранжа, который использует систему данных о движении для расчетов адвекции и диффузии траекторий или воздушных носителей при их движении из исходного положения и основан на методологии Эйлера, которая использует строгую трехмерную решетку. Эта модель развивалась более 30 лет, от упрощенной оценки одиночных траекторий на основе радиозондовых наблюдений до системы учета нескольких взаимодействующих загрязнителей, переносимых, рассеиваемых и накапливаемых на местном и глобальном уровнях. Модель получила свое название от использования подходов Лагранжа и Эйлера.

Модель HYSPLIT - это полная система для расчета простых траекторий дисперсии воздуха, а также сложных моделирования дисперсии и осаждения. Метод расчета модели представляет собой гибрид подхода Лагранжа, который использует движущуюся систему отсчета для расчетов адвекции и диффузии, когда частицы в воздухе движутся из исходного местоположения, и подхода Эйлера, который использует строгую

трехмерную решетку в качестве основы. Является основой для расчета концентрации загрязняющих веществ в воздухе.

При моделировании распространения пыльных песчаных бурь для Приаралья использовались данные за 50 лет и данные, полученные в естественных полевых условиях, т.е. гидрометеорологические данные, скорость ветра, температура воздуха, особенности строения почвы, геология и другие данные.

HYSPPLIT может использовать в своих расчетах различные данные метеорологической модели, от мезо масштаба до глобального масштаба.

Таким образом, модель HYSPPLIT была использована для изучения распределения частиц и масштабов песчаных бурь во время пыльных и песчаных бурь на острове.

Моделирование проводилось в три этапа. На первом этапе была построена модель атмосферной дисперсии во время песчаных бурь, наблюдаемая по сей день. При моделировании использовалась модель организации NOAA, основанная на интегральном уравнении гаусса.

Модуль WRF (Weather Research and Forecasting with Chemistry) использовался для исследования концентрации пыли в атмосфере во время пыльных и песчаных бурь.

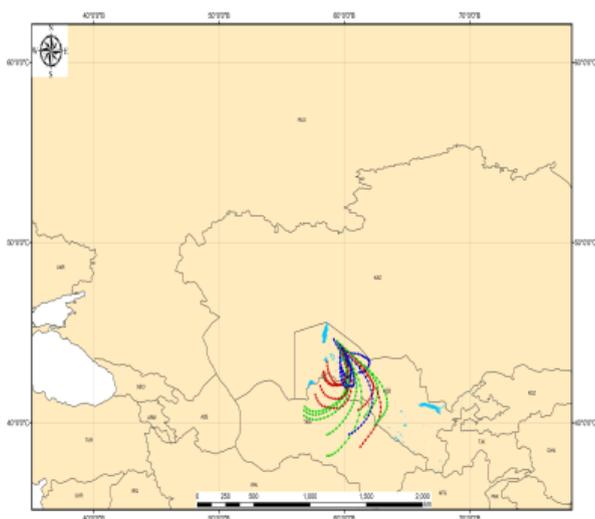


Рисунок 8. Траектория переноса частиц песка в атмосфере во время бури в Приаралье (27.04.2017).

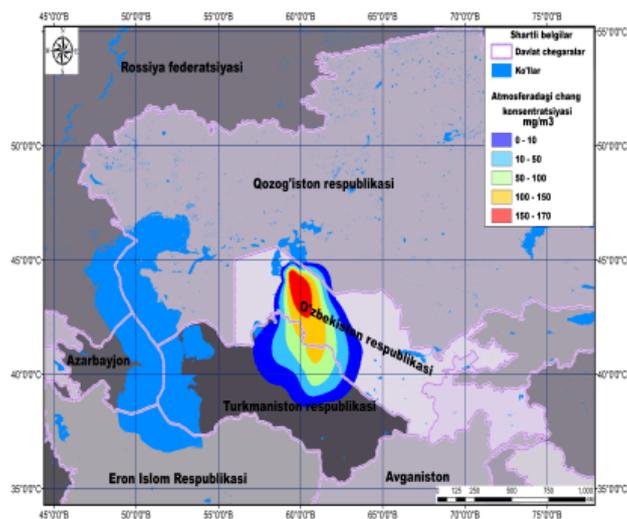


Рисунок 9. Концентрация перенесенных пылевых и песчаных частиц в атмосфере во время бури в Приаралье (27.04. 2017 г.).

27 апреля 2017 года произошла беспрецедентная в новейшей истории Узбекистана песчаная буря. От стыка теплого фронта с холодным, который сформировался в Поволжье и вошел в Среднюю Азию около 4,30 ночи, сильный ветер двинулся на юг, поднимая в атмосферу частицы песка и соли со дна Аральского моря.

Через 2 часа он вошел в Хорезмскую область. Масштаб песчаной бури охватывает северные районы Туркмении Каракалпакстан, Хорезм и западные части Навоийской, Бухарской областей. Концентрация частиц в атмосфере в

центре шторма достигала 150-170 г/м³. Дальность видимости местами падает до 3-5 метров. После шторма частицы пыли остаются в атмосфере в течение 1 суток.

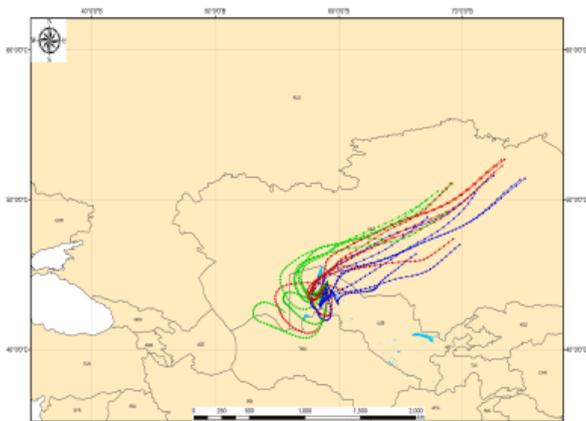


Рисунок 10. Траектория переноса частиц пыли и песка в атмосфере во время бури в Приаралье (27.05.2018).

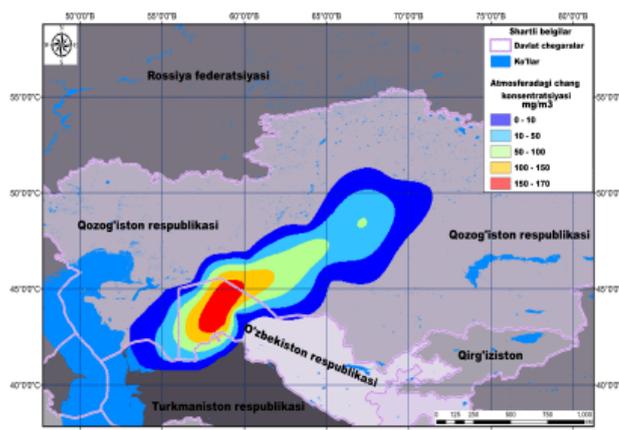


Рисунок 11. Концентрация переносимых песчаных частиц в атмосфере во время бури в Приаралье (27.05.2018).

27 мая 2018 года, через год и месяц после первого крупномасштабного шторма, масса песка и пыли снова со дна Аральского моря, высохшая без осадков, вызовет песчаные бури в северо-восточном направлении. При этом Республика Каракалпакстан, южные районы Казахстана остаются под влиянием сильных песчаных бурь.

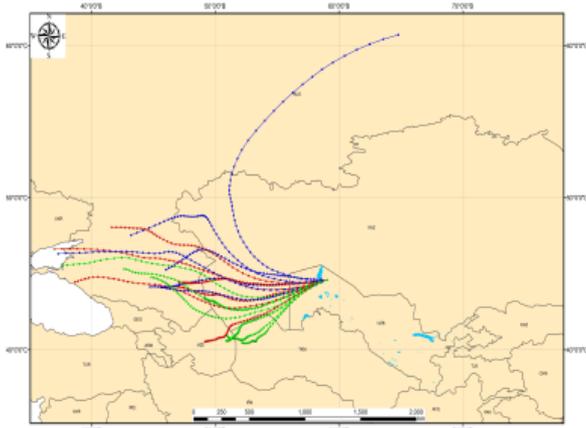


Рисунок 12. Траектория переноса частиц песка в атмосфере во время бури в Приаралье (23 марта 2020 г.).

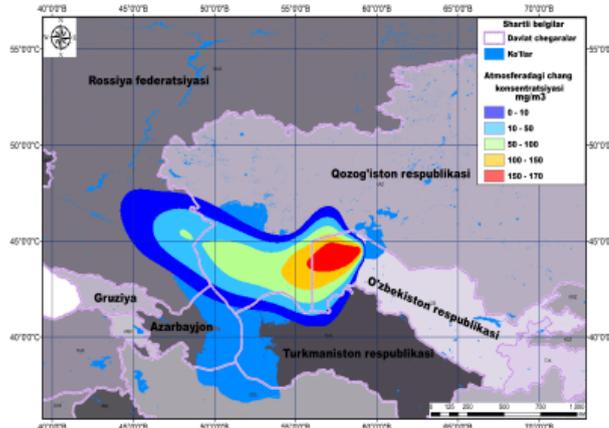


Рисунок 13. Концентрация перенесенных пылевых и песчаных частиц в атмосфере во время в Приаралье (23 марта 2020 г.).

Мы можем видеть, как песчано-пыльные бури меняются в зависимости от направления ветра. Мы увидим, что регион Приаралья служит основным источником удаления с высохшего дна Арала. При этом мы сможем увидеть Республику Каракалпакстан, Республику Туркменистан в некоторых ее районах и даже в прилегающих к морю районах (-картинки).

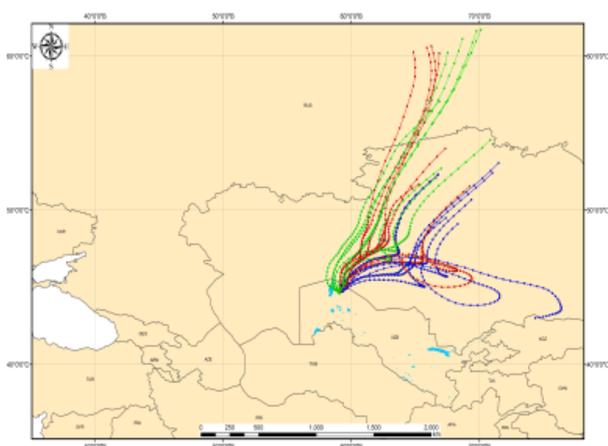


Рисунок 14. Траектория переноса частиц песка в атмосфере во время бури в Приаралья (29.05.2020).

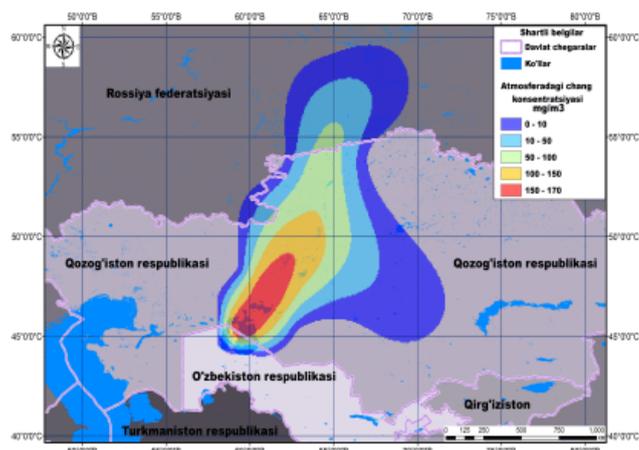


Рисунок 15. Концентрация перенесенных пылевых и песчаных частиц в атмосфере во время бури в Приаралье (29.05.2020).

Результаты моделирования песчанно-пыльных бурь на Аральском море с учетом аэрологических процессов в атмосфере представлены на рисунке ниже.

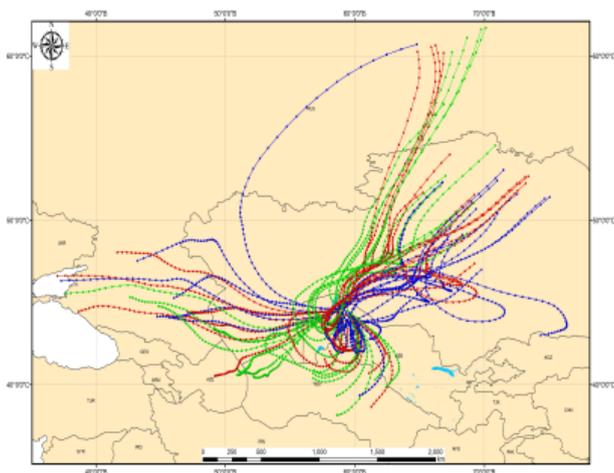


Рисунок 16. Результаты моделирования песчаных и пыльных бурь в Аральском море с учетом аэрологических процессов в атмосфере

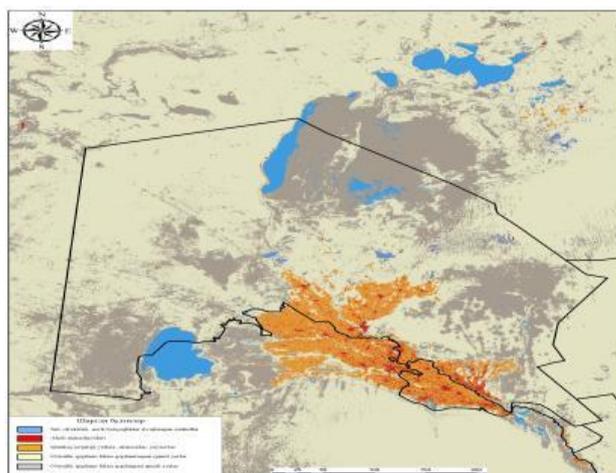


Рисунок 17. Возможная ситуация с пыльными бурями, возникающими в Приаралье

Из результатов моделирования видно, что во время песчанно-пыльных бурь траектория распространения частиц в атмосфере доходит на севере до Восточно-Сибирской равнины, на юге до северных склонов иранского Копетдага, на востоке до предгорий Гималайских гор, на западе до берегов Азовского и Черного морей (рис.16, 17).

Результаты этого моделирования представляют собой характеристики песчанно-пыльных бурь, которые происходили на побережье Аральского моря.

ВЫВОДЫ

На основе исследований, проведенных в диссертации доктора философии (PhD) на тему «**Моделирование образования и распространения песчано-пыльных бурь в регионе Приаралья**», были представлены следующие выводы:

1. Путем одновременного анализа основных параметров образования пыльных и песчаных бурь в природной среде, с целью определения вероятного периода возврата пыльных и песчаных бурь в Приаралье, была создана возможность оценки вероятных опасностей пыльных и песчаных бурь в природе, а также различных негативных последствий.
2. На основе аналитического анализа проведенных теоретических и практических исследований условий образования и распространения песчано-пыльных бурь в Приаралье, анализа данных, собранных в ходе лабораторных и полевых исследований за прошедшие годы, при оценке формирования песчано-пыльных бурь учитываются концентрация частиц песчано-пыльной массы, режимы движения, а также температура воздуха, скорость ветра, направление движения и условия окружающей среды, аэрологические обоснована необходимость учета процессов.
3. Возникновение песчаных, пыльных бурь наблюдается в основном при температуре воздуха $+15 +30^{\circ}\text{C}$ в районах, близких к Аральскому морю, и в диапазоне $+30-40^{\circ}\text{C}$ в районах, удаленных от моря. В частности, в городе Муйнак 40,8% песчаных бурь наблюдались при температуре воздуха $30-40^{\circ}\text{C}$. Такая тенденция сохранилась и в городе Нукус, где она составила 41,8%. По мере удаления от Аральского моря температура воздуха в 45,9% случаев находилась в диапазоне $15-30^{\circ}\text{C}$ в городе Чимбай, эта тенденция сохранялась и в городе Нукус, где она составляла 40,7%.
4. В регионе Приаралья существует связь между влажностью воздуха и возникновением песчаных и пыльных бурь, при этом относительная влажность воздуха в районе от 20 до 60% наблюдалась в основном в конце весенне-летнего сезона. Именно в эти периоды наблюдаются песчаные и пыльные бури. Установлено, что интенсивность образования песчано-пыльных бурь снижается из-за того, что время, когда относительная влажность воздуха выше 60%, приходится на позднюю осень и зиму.
5. При расчете времени возникновения песчаных и пыльных бурь в Приаралье использовался метод Гамбеля. Результат показал, что вероятность возникновения песчаных и пыльных бурь в год на примере города Муйнак составляет 8,1 дня. Это 21,1 из 365 дней в году, которые проходят песчаные бури каждые 50 лет. Повторение этого показателя каждые 100 лет составляло 23,7 дня.
6. Согласно подсчетам, кратчайшая продолжительность песчаных бурь до 3 часов составляет 66% в год. Годовая доля песчаных бурь продолжительностью от 3 до 6 часов составляет 21%. Доля песчаных бурь

продолжительностью от 6 до 12 часов составляет 11%. Доля длительных песчаных бурь в частности составляет 0,4% для однодневных и 0,2% для двухдневных и более. Согласно анализу результатов наблюдений, продолжительные песчаные бури наблюдались в весеннее время года, в основном в апреле и мае. В некоторые годы это происходило в ноябре.

7. На основании разработанных рекомендаций по внедрению результатов исследований в практику, были оценены условия образования песчаных и пыльных бурь и рассчитаны районы распространения, даны рекомендации по полученным данным.

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

**RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENT AND NATURE
CONSERVATION TECHNOLOGIES**

RUSTAMOV G'YOS SADRIDINOVICH

**MODELING THE FORMATION AND DISTRIBUTION OF SAND AND
DUST STORMS IN THE ARAL SEA REGION**

11.00.05 – Environmental protection and rational use of natural resources

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

TASHKENT – 2024

The title of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number of B2024.1.PhD/T1380.

The doctoral dissertation was prepared at the Research Institute of Environment and Nature Conservation Technologies.

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

Scientific advisor:	Samiyev Luqmon Nayimovich Doctor of technical science,
Official opponents:	Erkabayev Furkat Iyasovich Doctor of technical science, Professor Musayev Ma'rufdjan Nabiyevich Candidate of technical science, Professor
Leading organization:	Qarshi institute economic and engineering

The defense of the thesis will be held "___" _____2024 at ___hours at the meeting of the Scientific council № PhD.18/30.T.153.01 at the Research Institute of Environment and Nature Conservation Technologies (Address: 100043, Tashkent city, Chilanzor district, Bunyodkor street, house 7a. Tel: (71)277-69-83; faks.: (71)277-89-22; e-mail.: ecoilm.uz).

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

Abstract of dissertation was sent «___» _____2024.

(register of the distribution protocol №__ from «___» _____2024.

B.A. Pulatov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
technical sciences

S.S. Buriyev
Scientific secretary of the scientific
council awarding scientific degrees,
doctor of agriculture sciences

Sh.O. Muradov Chairman of the
academic seminar under the
scientific council awarding scientific
degrees, doctor of technical sciences,
professor.

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

Relevance and relevance of the thesis topic. In the world, the impact on the entire ecology and environment as a result of air pollution and the spread of hurricanes consisting of a mixture of toxic dust, sand and salt, the issues of assessing and calculating their distribution by territorial areas, the application occupies one of the leading positions. "Around the world, aimed at preventing the formation of dust and sand storms in the context of climate change, changing the conditions of distribution and increasing the negative impact of these consequences and other unforeseen consequences. Regional models have been developed and are currently being improved. conducting scientific research aimed at will require implementation. In this regard, effective methods for analyzing the conditions for the formation of strong dust and sand storms, developing methods for managing this phenomenon in the affected areas and calculating the distribution of dust and sand particles and, based on these methods, the use is important.

The aim of the study Modeling the conditions and distribution of dust storms in the Aral Sea region consists of

Research objectives:

Analysis of existing studies related to the formation and distribution of sand and dust storms;

Analysis of historical meteorological (temperature, wind speed and direction, precipitation, humidity), aerological, soil, time and duration of dust storms, data on the terrain collected in coastal and nearby areas;

Assessment of the conditions for the formation of sand and dust storms in coastal areas;

Modeling the conditions for the formation and distribution of dust storms from non-stationary sources on the archipelago;

Development of recommendations for modeling the regional distribution of the amount of solid particles emitted into the atmosphere during sand and dust storms in the Aral Sea region.

The object of the study is the development of a model of the conditions for the formation and distribution of dust and sand storms originating from the territory of the island coastal regions of the Republic of Karakalpakstan (Muynak, Chimboy, Kungirov and Nukus).

The scientific novelty of the study consists of:

Scientific directions of formation of sand and dust storms taking into account temperature and relative humidity of air in the Aral Sea region based on;

Accounting for meteorological and environmental conditions of formation and distribution of dust and sand storms, as well as mechanical composition of particles in case of modeled;

Taking into account meteorological parameters, soil composition and geological conditions of the Aral Sea region, the trajectory of distribution of dust and sand particles was modeled. It was found that the main direction of particles moves from the dry part of the island to the north-eastern and southern slopes;

Taking into account the aerological processes of dust and sand storms in the Aral Sea region, the distribution of concentration of regions was modeled. The highest concentration is formed on the dry bottom of the island and adjacent territories and it was determined that it moves mainly towards the Central Asian regions;

Based on the Gauss and Lagrange model. According to the HYSPLIT program, the trajectory of the spread of sand and dust storms in the Aral Sea region and the size of sand and dust particles per unit volume of quantity are determined.

Implementation of research results. Sand and dust storms in the coastal area based on the results of modeling the formation and distribution:

Taking into account the meteorological parameters, soil composition and geological conditions of the Aral Sea region, the trajectory of the distribution of dust and sand particles was modeled. Implemented in the Muynak, Nukus, Kungirov and Chimboy districts of the Republic of Karakalpakstan (Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Karakalpakstan). No. 01/18–2573 dated July 31, 2024 link). As a result, it was possible to determine the trajectory of sand and dust movement across the island;

When calculating sand and dust storms using the HYSPLIT program, the formation potential in the Aral Sea district was determined. Implemented in the Muynak, Nukus, Kungirov and Chimboy districts of the Republic of Karakalpakstan (Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Karakalpakstan). No. 01 / 18-2573 dated July 31, 2024 link). As a result, predicting the occurrence of sand and dust storms in the Aral Sea region, it is possible to assess the impact on the environment and develop measures in the future; The spread of dust and sand storms in the Aral Sea region was modeled taking into account aerological processes, the concentration of the distribution of regions by area. Implemented in the Muynak, Nukus, Chimboy and Kungirov districts of the Republic of Karakalpakstan (2024 Ministry of Agriculture of the Republic of Karakalpakstan). No. 01 / 18-2573 dated July 31. link). As a result, it was established that the distribution of sand and dust particles in the Aral Sea region is 10-170 mg/m³;

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

Publication of research results. 15 scientific works were published on the subject of the dissertation, of which 4 articles were published in scientific publications recommended to publish the main scientific results of the dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 1 in foreign journal, as well as received 1 certificates for computer programs.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. Samiev L.N., Urinova A.A., Aslanov I.M., Rustamov G'.S. Orol dengizi mintaqasida chang va qum bo'ronlari ko'chishini so'nggi 30 yil ichida ilmiy-tadqiqot ishlari tahlili. // Ekologiya xabarnomasi maxsus №2 [2] 2023. ISSN 2010-703X. (11.00.00; №3)
2. G'.Rustamov, I.Aslanov, L.Samiev Analysis of land cover changes in the vicinity of Aral Sea using remote sensing data // Ekologiya xabarnomasi maxsus №3 [3] 2023. ISSN 2010-703X. (11.00.00; №3)
3. Rustamov G', Ismoilxadjaev B, Tursunboev Sh, Nurulloev B Shahardan tozalash inshootiga tushayotgan oqava suvlar hajmi va sifati o'zgarishini mavsumga bog'liq holda o'rganish // Ekologiya xabarnomasi. №3/2020 [227] 32-35 bet (11.00.00; №3).
4. Rustamov G', Model of spatial distribution of dust and sand emission, American Journal Of Applied Science And Technology (ISSN – 2771-2745) VOLUME 04 ISSUE 07 Pages: 46-55 OCLC – 1121105677. doi: <https://doi.org/10.37547/ajast/Volume04Issue07-07>. (11.00.00; №3)
5. Urinova A, Bo'riev S, Samiev L, Rustamov G' "The Effectiveness Of Biological Treatment Of Domestic Wastewater On The Example Of Treatment Facilities In The City Of Bekabad, Tashkent Region". European Journal Of Molecular & Clinical Medicine Issn 2515-8260 Volume 7, Issue 11, 2020, 267-275 pp. (www.scopus.com)

II бўлим (II часть; II part)

6. Samiev L, Rustamov G' Orolbo'yi mintaqasida qum-chang bo'ronlarni shakllanishi va tarqalish modeli" O'zbekiston Respublikasining "Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturlar va ma'lumotlar bazalarining huquqiy himoyasi to'g'risida O'zbekiston Respublikasi adliya vazirligi № DGU 41589 O'zbekiston Respublikasining dasturiy mahsulotlar davlat reyestrída 26.07.2024 y.
7. Rustamov G'., Samiev L, Alimov Z. Orolbo'yi mintaqasida havo haroratining o'zgarishi Uzbekistan-Japan International Conference « Energy- Earth-Environment-Engineering» December 5, 2023, Uzbek-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan.
8. Rustamov G'., Samiev L., Alimov Z., Urinova A Orolbo'yi mintaqasidagi uzoq tarixiy meteorologik ma'lumotlardan foydalangan holda hudud haroratining o'zgarishini aniqlash. "Orol dengizi qurishining atrof-muhitga ta'siri" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to'plami 2024-yil 22-aprel Maqolalar va tezislari to'plami. –T.: 2024. 612 b.

9. Alimov Z.B., Rustamov G.S. The oxidative potential of airborne particulate matter in three areas of Uzbekistan. “Atrof-muhit muhofazasi va ekologik rayonlashtirish: muammo va yechimlar”, mavzusidagi I-xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Maqolalar va tezislari to‘plami. – T.: 2023. 1068 b.
10. Буриев С, Аминов Х, Ўринова А, Ибрагимова Х, Рустамов Ғ Пересадка, обрезка, придание формы деревьям и кустарникам на центральных улицах, в парках, скверах города Ташкента. “Наука, образование и культура” Научно-методический журнал, №4 (59) июль 2021г 56-65 ст.
11. Аминов Х, Ўринова А, Рустамов Ғ, Ибрагимова Х Технология, способы и время пересадки взрослого дерева. “Наука, образование и культура” Научно-методический журнал, №5 (60) сентябрь 2021г, 66-75 ст.
12. Nurulloev B, Tursunboev Sh, Rustamov G‘, Mamadaliev B Evaluating methods of soil quality indicator (soil organic matter) based on walkley-black titration method. Funksional polimerlar fanining zamonaviy holati va istiqbollari (19-20 mart 2020 yil) Professor o‘qituvchilar va yosh olimlarning ilmiy-amaliy anjumani materiallari 298 – 299 b.
13. Уринова А, Ибрагимова Х, Рустамов Ғ, Агзамов Ф, Аралова Д Создание различных ландшафтных дизайнов из декоративных древесно-кустарниковых насаждений ув городских центрах xxii international xxii international correspondence scientific specialized conference international scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science. (boston. usa. iune 29-30, 2021) isbn 978-1-64655-102-6 udc 08.
14. Urinova A, Rustamov G‘ Maishiy-kommunal oqova suvlarini biologik tozalashni o‘rganish (Bekobod shahar suv oqova tozalash inshooti misolida) UDK: 001.08.3 Fan, ta’lim va ishlab chiqarish integratsiyasi -O‘zbekiston yoshlari qo‘lida: maqolalar to‘plami “Yoshlar nashriyat uyi” 2020y. – 110 b.

Avtoreferat «Ekologik habarnomasi» ilmiy jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi
va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi
(25.08.2024 y.).

Bosishga ruxsat etildi: 17.10.2024-yil.
Bichimi 60x84^{1/16}, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3.3. Adadi: 100. Buyurtma: № 113.
Tel (99) 817 44 54.
Guvohnoma reyestr № 219951
«PUBLISHING HIGH FUTURE» OK nashriyotida bosildi.
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.