

**QORAQALPOQ TABIIY FANLAR ILMIY TADQIQOT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.02/30.04.2021.B.79.01 ILMIY KENGASH**

---

**QORAQALPOQ TABIIY FANLAR ILMIY TADQIQOT INSTITUTI**

**KUBLANOV JALGASBAY JUMABAYEVICH**

**OROL DENGIZI QURIGAN TUBI DINAMIKASINING TUZ  
PARAMETRLARINI MIQDORIY BAHOLASH**

**03.00.10 – Ekologiya**

**BIOLOGIYA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Nukus -2023**

**Falsafa (PhD) doktori dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Kublanov Jalgasbay Jumabaevich**

Orol dengizi qurigan tubi dinamikasining tuz parametrlarini miqdoriy baholash.....3

**Кубланов Жалгасбай Жумабаевич**

Количественная оценка солевого параметра динамики осушенного дна Аральского моря.....21

**Kublanov Jalgasbay Jumabaevich**

Quantitative assessment of the salt parameter of the dynamics of the drained bottom of the Aral Sea .....39

**E'lon qilingan ilmiy ishlar ro'yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works.....42

**QORAQALPOQ TABIIY FANLAR ILMIY TADQIQOT INSTITUTI  
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.02/30.04.2021.B.79.01 ILMIY KENGASH**

---

**QORAQALPOQ TABIIY FANLAR ILMIY TADQIQOT INSTITUTI**

**KUBLANOV JALGASBAY JUMABAYEVICH**

**OROL DENGIZI QURIGAN TUBI DINAMIKASINING TUZ  
PARAMETRLARINI MIQDORIY BAHOLASH**

**03.00.10 – Ekologiya**

**BIOLOGIYA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Nukus -2023**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiya mavzusi O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2020.4.PhD/B526 raqam bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy-tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash ved-sahifasi ([www.aknuk.uz](http://www.aknuk.uz)) va «Ziyo Net» Axborot ta'lim tarmog'iga ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Tleumuratova Bibigul Saribayevna**

Fizika-matematika fanlari doktori, katta ilmiy hodim

**Rasmiy opponentlar:**

**Ajiev Alisher Baxtibaevich**

Biologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

**Murodov Shuxrat Odilovich**

Texnika fanlari doktori, professor

**Etakchi tashkilot:**

**Xorazm Ma'mun akademiyasi**

Dissertatsiya himoyasi Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.02/30.04.2021.B.79.01 Ilmiy kengashning 2023 yil "\_\_\_" \_\_\_ soat \_\_\_ dagi majlisida bo'ladi (Manzil: 230100, Nukus shahri, Berdaq shox ko'chasi 41, institut kichik majlislar zali. Tel: (+99861) 222-17-44, (+99861) 222-96-72, faks: (+99861) 222-17-44, e-mail: [aknuk@mail.uz](mailto:aknuk@mail.uz))

Dissertatsiya bilan Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy tadqiqot institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin ( \_\_\_ raqam bilan ro'yxatga olingan).

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil "\_\_\_" \_\_\_ da tarqatildi.

(2023 yil "\_\_\_" dagi \_\_\_ raqamli bayonnomasi)

**Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna**

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

**Utemuratova Gulshirin Najimatdinovna**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
ilmiy kotibi, b.f. PhD

**Matchanov Azat Taubaldiyevich**

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

## KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Bugungi kunda dunyo miqyosida Orol dengizining qurishi zamonamizning eng yirik ekologik inqirozi sifatida tan olingan. Bu inqirozning eng xavfli oqibatlaridan biri bu Orol dengizining qurigan tubidan (ODQT) shamol ta'sirida tuzlarning tarqalishi (TT) bo'lib, bu axoli salomatligiga, tuproqning sho'rlanishiga, o'simlik qoplamiga va Orolbo'yi iqlimiga ta'sir qilmoqda. Ushbu sohada, Orol dengizining qurigan tubi, o'simlik qoplami va Orol dengizi suvining sho'rli o'rtasidagi tuzli bog'liqlikni o'rganish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Jahonning yetakchi ilmiy tadqiqot markazlarida Orol dengizining qurigan tubidan tarqalayotgan tuzlarning zararli oqibatlarini aniqlashga qaratilgan keng ko'lamli ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu borada matematik modellashtirish yordamida tuzlarning tarqalish omillarining murakkab o'zaro bog'liqligini, Orol dengizi va qurigan tubi dinamikasining geosistemi va tuzlar tarqalishi uchun asos bo'lgan gidrokimyoviy va eol jarayonlarining hududiy-vaqt dinamikasini tizimli o'rganish muhim ustuvorlik kasb etmoqda.

Respublikamizda Janubiy Orolbo'yidagi ekologik vaziyatni yaxshilash, tuzlar tarqalishining turli jihatlarini o'rganish, olingan natijalardan Janubiy Orolbo'yidagi ekologik vaziyatni yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqishda foydalanishga qaratilgan keng ko'lamli ilmiy – tadqiqot ishlari olib borilmoqda. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida<sup>1</sup> «...atrof-muhit holatiga zarar etkazadigan muammolarning oldini olish» vazifasi belgilab berilgan. Bu o'rinda, o'simliklarning tabiiy o'sishi va fitomelioratsiya omillarini o'rganish, Orol dengizining qurigan tubidan tarqalayotgan tuzlarning miqdorini kamaytirishda ekilayotgan o'simlik qoplamining, Kokaral to'g'onining suv o'tkazgichlari, kollektorlar va sun'iy ravishda sug'oriladigan suv havzalari kabi ijobiy texno-antropogen ta'sirlarning samaradorlik darajasini miqdoriy baholash iqtisodiy talabdan muhim va ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7- fevraldagi PQ-4947-sonli “O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida” gi, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 25-sentabrdagi “Suv ob'ektlarini muhofaza qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risidagi” gi PQ-3286-sonli farmoni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 17-iyundagi “Qishloq xo'jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to'g'risida” gi PF-5742-con farmoni, “Atrof-muhitni muhofaza qilish kontseptsiyasini tasdiqlash to'g'risida” gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktabrdagi PF-5863 -son qarori, “O'zbekiston Respublikasini 2030-yilgacha rivojlantirish” to'g'risida, hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishdga mazkur tadqiqot ishi muayan darajada xizmat qiladi.

---

<sup>1</sup> O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7-fevraldagi PF-4947-sonli « O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Xarakatlar strategiyasi to'g'risida» Farmoni.

**Mavzuning respublikada olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlarga mosligi.** Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. "Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi" ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Respublikamiznin turli hududlarida Orol dengizi suv tubining qurigan yerlarining sho'rlanishi, tuproq shor'lanishining fitotsenozga ta'sirini, shamol ta'sirida tuzlarning tarqalishini o'rganishda mahalliy olimlardan Rafikov A.A. (1982, 1981), Kabulov S.K. (1985, 1990), Tolkacheva G.A. (1995,1998, 2000), Tleumuratova B.S. (2004, 2018), Mavlonova T.E. va boshqalar. (1998), Kurbaniyazov A.K. (2017), Shomuradov X.F. va Adilov B.A. (2015), Shomuradov X.F. va boshqalar. (2015), Sherimbetov S.G. (2015), Razzkov R.M. va Qosnazarov K.A. (1987, 1998), Duxovniy V.A. va boshqalar.(2007, 2008), Novitskiy Z.B. (2007, 2008, 2017, 2018) va boshqalar katta hissa qo'shganlar.

Mustaqil davlatlar hamdo'stligi (MDH) mamlakatlari mutaxassislaridan Zonn I.S va Glyants I.X. (2008), Zavilov P.O. va boshqalar. (2012), Gerasimova I.P. (1985, 1990), Nekrasova T.F. (1979), Bogdanova N.M. va Kostyuchenko V.P. (1977, 1978, 1979, 1981), Dimeeva L.A. va boshqalar, (2009, 2013), Grigoreva A.A. (1985, 1987), Semenova O.E. (1972), Kuznetsov N.T. (1986) va boshqa olimlar tomonidan bir qator yirik tadqiqot ishlari olib borilgan.

Xorijiy davlatlarda Miclin P. (1988, 2007, 2010, 2016, 2014), Banks, J. va boshq. (2022), Duan Z. va boshq., (2022), Ge Y va boshq. (2022), Huili He va boshq. (2022), Jin, Q va boshq., (2017), Wu, N va boshq. (2022), Yang X. va boshq. (2020), Weahler T.A., Dietrich S.E. (2017), Opp C va boshq. (2017), Breckle S.W., Wucherer, W. (2012), McDermid S.S., Winter, J. (2017), Yang X. va boshq. (2020), Lu H., Shao Y. (2001) va boshqa olimlar izlanish olib borganlar.

**Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya mavzusi Qoraqalpoq tabiiy fanlar ilmiy – tadqiqot institutining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq AL-392103042 «Respublika iqlimining isishiga olib keladigan Janubiy Orolbo'yi cho'llanish zonalarida ekologik va meteorologik jarayonlarni modellashtirish» (2022-2023-yillar) amaliy loyihasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi.** Orol dengizi qurigan tubi dinamikasining tuz parametrini miqdoriy baholashdan iborat.

#### **Tadqiqotning vazifalari:**

Orol dengizi suvining sho'rliigi, Orol dengizi qurigan tubining sho'rlanishi va tuzlarning tarqalishi o'rtasidagi bog'liqlik dinamikasini miqdoriy baholash;

aerodinamik aspektida Orol dengizining qurigan tubi o'simlik qoplami va tuzlarning tarqalishi o'rtasidagi tuzlarning qayta taqsimlanishi bilan bog'liq o'z-aro ta'sir dinamikasini miqdoriy baholash va aniqlash;

“Orol 61+” geosistemasi tarkibiy qismlarining hududiy-vaqt dinamikasi diagnostikasini yaratish va 2030 yil uchun prognoz qilish.

Orolning qurigan tubining ekologik holatiga ijobiy antropogen ta'sirlarning (Kokaral to'g'oni, suv havzalari, o'rmonzorlar ekish) samaradorligini miqdoriy baholash.

**Tadqiqot ob'ekti** sifatida yaxlit holdagi dinamik «Orol 61+» geotizimni tashkil etuvchi Orol dengizi, qurigan tubi va Orol dengizi qurigan tubidagi o'simlik qoplami olingan.

**Tadqiqotning predmeti** «Orol 61+» geotizimi komponentlari dinamikasining 1961-2020 yillar davrida tuzlarning gidrokimyoviy va eollik qayta taqsimlanishi aspektida o'z-aro bog'liqligi hisoblanadi.

**Tadqiqot usullari.** Dissertatsiya ishida matematik modellashtirish usullari, statistik va tizimli tahlil (model hisob-kitoblari), tizimli ekologiya (atrof muhit ob'ektlarini monitoring qilish), axborot texnologiyalari (IpSquare dasturlari, MS EXCEL va yerni masofadan zondlash ma'lumotlari) usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:**

birinchi marotaba Orol dengizi, qurigan tubi, fitotsenozlar va ular orasidagi tuz almashinuvi jarayonlari yagona geostruktura sifatida modellashtirish va tizimni tahlil qilish usullari bilan aniqlangan;

Orol dengizining qurigan tubi o'simlik qoplaminin evolyutsiyasi qonuniyatlari tuproqning sho'rlanishi va tuzlarning tarqalishiga bog'liqligi aniqlangan;

tuzlarning shamol ta'sirida tarqalishiga o'simlik qoplaminin umumiy proektiv qoplamiga bog'liq holda ta'sirini miqdoriy baholash usuli ishlab chiqilgan;

Orol dengizining qurigan tubiga antropogen ta'sirlarning samaradorligini baholash usuli ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari:**

aniqlangan o'simlik qoplaminin umumiy proektiv qoplamasi (UPQ) Orol dengizining qurigan tubidagi tuzlarning tarqalishiga dinamik bog'liqligini hisobga olgan holda o'rmonzorlarning unib chiqish omillari tuzilishini aniqlash usullari ishlab chiqilgan;

«Orol 61+» geosistemasida tuzlarni qayta taqsimlash jarayonlarini diagnostika qilish va prognoz qilish uchun modellar tizimi ishlab chiqilgan.

Orol dengizi qurigan tubida tuzlarning tarqalishidan kerakli himoya darajasiga o'rmonzorlar uchun UPQ hisob-kitoblari ishlab chiqilgan;

tuzli chang bo'ronlaridan keyin Orol dengizi suvining sho'rlanishini o'lchashdagi xatoliklarni miqdoriy baholash usullari ishlab chiqilgan;

Orol dengizining qurigan tubidagi ekologik sharoitlarni yaxshilashda texno-antropogen ta'sirlarning samaradorligini miqdoriy baholash usullari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** tizimli ekologiyasining asosiy qoidalariga rioya qilinganligi, ko'rib chiqilayotgan jarayonlarning raqamli modellarini amalga oshirish asosida olingan regressiya tenglamalaridan foydalanganligi, modellashtirish asosida olingan ma'lumotlarning boshqa mualliflarning faktik va adabiy ma'lumotlari bilan muvofiqligi, xorijiy indekslangan nashrlarda nashr etilganligi, natijalarning amaliyotga tadbiiq etilganligi bilan asoslanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Orol dengizi va uning qurigan tubi geosistemasida tuzlarning qayta taqsimlanishining ko'p yillik dinamikasining asosiy

qonuniyatlari aniqlanganligi va ushbu qonuniyatlarni miqdoriy baholanganligi bilan izohlanadi. O'rganilgan jarayonlar dinamikasining aniqlangan qonuniyatlari Orol va qurigan tub geosistemi rivojlanishini ilmiy prognoz qilish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qilishligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati olingan natijalarning Orolning qurigan tubidan tuzlarning tarqalishi bilan bog'liq jarayonlarning tizimligini miqdoriy baholashda, ushbu jarayonni zaiflashtirish bo'yicha chora-tadbirlarning to'g'ri korrelyatsiyasi va muvofiqlashtirilishini ta'minlashda, ayniqsa dissertatsiyada geosistemaning tabiiy evolyutsiyasi qonuniyatlari antropogen aralashuviz o'rganib chiqilganligi sababli, ijobiy antropogen ta'sirlarning (Kokaral to'g'oni, suv havzalari, o'rmon ekish) samaradorligini miqdoriy jihatdan baholashda qo'llanilishi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Orol dengizining qurigan tubi dinamikasining tuz parametrini miqdoriy baholash bo'yicha olingan natijalar asosida:

Orol dengizining qurigan tubida tuzlarning tarqalishi va o'simlik qoplami o'rtasidagi bog'liqlikni miqdoriy baholashning ishlab chiqilgan usullari Qoraqalpog'iston Respublikasi ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish qo'mitasining Janubiy Orolbo'yi mintaqasining ekologik xavfsizligi va atrof-muhitni muhofaza qilish bo'yicha chora-tadbirlar dasturlarini ishlab chiqishda joriy etilgan (Qoraqalpog'iston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish qo'mitasining 2022 yil 25 yanvardagi 02-220-son ma'lumotnomasi). Natijada, Orol dengizi qurishining atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish bo'yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqishning raqamli ko'rsatkichli imkoniyatini yaratgan;

o'simlik qoplaminin hududiy vaqt bo'yicha taqsimlanish dinamikasi va ekologik xususiyatlari bo'yicha olingan ma'lumotlardan Qoraqalpog'iston Respublikasi o'rmon xo'jaligi qo'mitasi faoliyatida foydalanilgan (Qoraqalpog'iston Respublikasi O'rmon xo'jaligi davlat qo'mitasining 2022 yil 22 iyuldagi 2-443-son ma'lumotnomasi). Natijada, Orol dengizining qurigan tubida o'rmonzorlar ekish tadbirlarini rejalashtirish samaradorligini oshirish imkonini bergan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Ushbu tadqiqot natijalari 8 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusida jami 21 ta ilmiy ish chop etilgan, ulardan 11 tasi O'zbekiston Respublikasi oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda, shu jumladan 5 tasi respublika va 6 tasi xorijiy jurnallarda chop etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya kirish, to'rtta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya 109 sahifadan iborat.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida tadqiqot mavzuning dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, maqsad va vazifalari, ob'ekti va predmeti tavsiflangan, respublikaning fan va

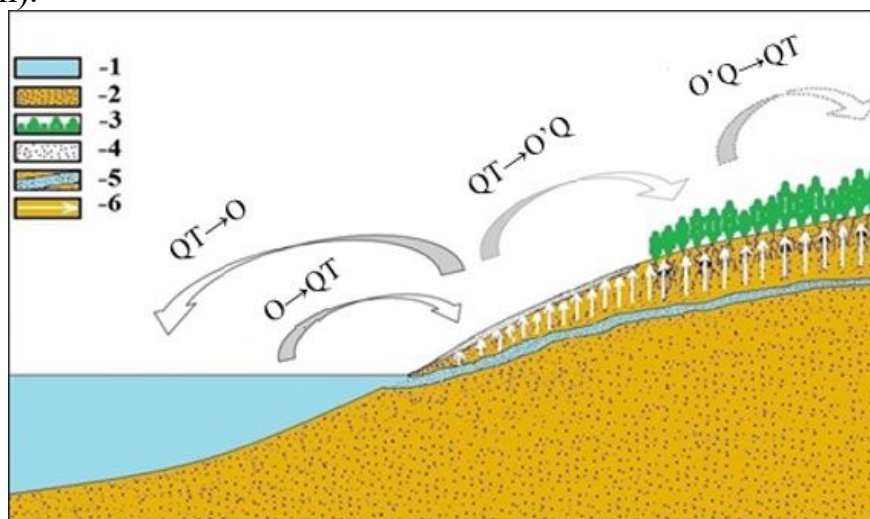
texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlarga muvofiqligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalarini bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, olingan natijalarni amaliyotga joriy etish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning "**Kontseptualizatsiya va tadqiqot usullari**" deb nomlanuvchi birinchi bobi tadqiqot ob'ekti, predmeti va tadqiqot usullarini batafsil tavsiflashga bag'ishlangan. Birinchi bo'limda tadqiqotning usullari keltirilgan bo'lib, ularning asosiylari ekotizim yondashuvi va matematik modellashtirish hisoblanadi.

Modellarni ishlab chiqishda B. S. Tleumuratova (2018) ishidagi raqamli modellashtirish natijalari regressiyasining qayta tahlili qo'llanilgan.

Ikkinchi bo'limda o'rganilayotgan tadqiqot ob'ekti umumiy geofizik tavsifi berilgan.

Uchinchi bo'limda "Orol 61+" geosistemasining tuzilishi, uning tarkibiy qismlari (Orol dengizi, qurigan tubi va ODQT ning o'simlik qoplami) yig'indisi va tuzlarning gidrokimyoviy va eol qayta taqsimlanishiga oid o'zaro bog'liqligi aks etgan (1.1-rasm).



**1.1-Rasm. "Orol 61+" geosistemasining o'rganilayotgan jarayonlarining fizik realligi sxemasi**

Izoh: 1-dengiz, 2-tuproq, 3-o'simlik qoplami, 4-sho'r qoplamalar, 5-yer osti suvlari, 6-yer osti suvlaridan tuzlarning kapillyar ko'tarilishi;

Modelda "Orol-61+" geosistemasining tarkibiy qismlari mavhum ob'ektlar sifatida taqdim etiladi:

- 1) Orol dengizi (O) – umumiy akvatoriya maydoni va suvning sho'rlik darajasi;
- 2) ODQT yoki qurigan tubi (QT) – tuproqning sho'rlanishi va tuzlarning tarqalishi (TT);
- 3) O'simlik qoplami (O'Q) – turlarning farqlanuvissiz umumiy proektiv qoplamasi (UPQ).

Tuzlarning qayta taqsimlanishi, tarqalishi, yoki M. A. Orlova aytib o'tgani kabi ularning migratsiyasi "Orol 61+" geotizimida gidrokimyoviy va eol jarayonlarining murakkab o'zaro bog'lanishi bilan amalga oshiriladi, ularning omillari suv va shamoldir.

ODQT dagi tuzlarning tarqalishi Orol dengizi qurishi va suvining sho'rlanish darajasining oshishi oqibati hisoblanadi. ( $O \rightarrow QT$  bog'liqligi). Boshqa tomondan, tuzlarning tarqalishi Orol akvatoriyasini kesib o'tar ekan, qurigan tubning sho'rlanishining asosiy omili hisoblanuvchi Orol suvining sho'rlanishiga ham ta'sir ko'rsatadi ( $QT \rightarrow O$  bog'liqligi). Tuzlar tarqalishining yagona cheklovchi omili bu tabiiy o'simlik qoplami bo'lib, uning himoya funktsiyasi shamol tezligini kamaytirish va shu asosida tuzlar tarqalish miqdorini kamaytirishdan iborat. ( $O'Q \rightarrow QT$  bog'liqligi). O'z navbatida, ODQT sho'rlanishi va tuzlarning tarqalishi  $O'Q$  ga salbiy ta'sir ko'rsatadi ( $QT \rightarrow O'Q$  bog'liqligi).

Birinchi bobning to'rtinchi qismida o'rganilayotgan muammoning kontseptual modeli keltirilgan, ya'ni mavhumlashtirishda qabul qilingan vazifa va soddalashtirishning og'zaki tavsifi berilgan.

*Modellashtirish davri*-1961-2020 yillar-o'n yilliklarga bo'lingan (1961-1970, 1971-1980 va boshqalar. O'n yilliklar xronologiya bo'yicha raqamlangan: 1961-1970 yillar uchun  $N = 1$ , 1971-1980 yillar uchun  $N = 2$  va hakoza. Yillararo dinamikani hisobga olish uchun vaqt Orol tubining qurigan nuqtasi drenajlangan vaqt sifatida aniqlanadi ( $T = 1, 2, 3, \dots$ ), ya'ni bu nuqta quriganidan keyingi o'tgan yillar soni Orol dengizining ( $t$ ) quritish vaqti sifatida 1961 yildan hisoblab chiqiladi.

*Modellashtirish maydoni* Orol dengizining 1960 yildagi akvatoriyasi bo'lib, vertikal ravishda-chuqurligi 3 m va balandligi 2000 m.

Hududiy kvantlash modellashtirish davrining o'n yilliklarga bo'linishiga mos keladi: qurigan tub 1961-1970 yillarda, 1971-1980 yillarda va hakoza qurigan drenaj chiziqlarga bo'linadi.

«Orol 61+» geotizimining modeli har o'n yilligi uchun qurish jarayonining dastlabki 10 yilida alohida amalga oshirildi, keyin esa 1961-2020 yillar uchun umumiy dinamikaning qonuniyatlarini chiqarish va ushbu individual dasturlarning integratsiyasi amalga oshirildi.

1.1-rasmda tasvirlanganidek, chiziqli bo'lmagan «tuzli» umumiy o'z a'ro ta'sirlarni 2 bo'limga ajratish mumkin: « $O \leftrightarrow QT$ » va « $QT \leftrightarrow O'Q$ ».

Shunga ko'ra, "Orol 61+" modeli ikkita kichik modeldan iborat: Orol dengizi va uning qurigan tubi o'rtasidagi tuzlarning qayta taqsimlanishi bo'yicha o'zaro ta'sirlarning to'g'ridan-to'g'ri va teskari submodellari (qisqacha aytganda, « $O \leftrightarrow QT$ » modeli va ODQT va  $O'Q$  o'rtasidagi tuzlarning qayta taqsimlanishi bo'yicha o'zaro ta'sirlarning to'g'ridan-to'g'ri va teskari submodellari (qisqacha aytganda, « $QT \leftrightarrow O'Q$ » modeli).

Ikkinchi «**Orol dengizi suvining sho'rlanishi va QT sho'rlanishining o'zaro bog'liqligi**» bobida Orol dengizi va uning qurigan tubi o'rtasidagi tuzlarning qayta taqsimlanishi bo'yicha chiziqli bo'lmagan munosabatlarning ko'p yillik dinamikasi « $O \leftrightarrow QT$ » modeli va uni amalga oshirish natijalari keltirilgan. Chink quriqligi (g'arbiy sohil) va ODQT ning qolgan qismi orografiyada juda farq qilganligi sababli, modellashtirish ODQT ning g'arbiy (Chink qismi) va Sharqiy qismi uchun alohida amalga oshirilgan.

Birinchi bo'limda to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik modeli « $O \rightarrow QT$ » berilgan bo'lib, QT sho'rlanishini dengizning qurish funktsiyasi va suvning sho'rlanishining mos

ravishda oshishi sifatida tavsiflangan. Orol dengizining akvatoriyasi maydoni  $S_O(t)$  va Orolning g'arbiy qismi uchun  $ST_{G'}(t)$  va Orolning Sharqiy qismi uchun  $ST_{SH}(t)$  suv sho'rligi dinamikasi 1961-2020 yillar davri uchun haqiqiy ma'lumotlarga ko'ra qurilgan regressiya tenglamalari bilan tavsiflangan:

$$S_O(t) = 0,0003t^3 - 0,0268t^2 - 0,4531t + 66,799 \quad (2.1)$$

$$ST_{G'}(t) = 0,0021t^3 - 0,0045t^2 - 1,1141t + 16,078 \quad (2.2)$$

$$ST_{SH}(t) = -0,0008t^3 + 0,1186t^2 - 2,2109t + 16,478 \quad (2.3)$$

bu yerda  $t$  – Orol dengizi qurish vaqti.

$N$ -o'n yillikning  $T$ -yilida  $QT$  (kg/ga) ning yuqori yuzasida tuz to'planishi quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$S_{QT}(T, N) = S_{SALT}(T, N) + S_{SDB}(T, N) - 0,7V_A(T, N) \quad (2.4)$$

bu yerda  $S_{SALT}(T, N)$  – yer osti suvlaridan kapillyar oqim tufayli yuzaning sho'rlanish dinamikasi ( $g/m^2$ ),  $S_{SDB}(T, N)$  – qirg'oq chizig'ining chekinishi paytida suvda eruvchan tuzlarning depoziti,  $V_A(T, N)$  –  $N$  o'n yillikning bir yilida maydon birligidan tuzlarning tarqalishi.

$$S_{SALT}(t, T) = A(t)T^4 + B(t)T^3 + C(t)T^2 + D(t)T + E(t), \quad (2.5)$$

$$A(t) = -0,00001, B(t) = 0,00002t + 0,0007, C(t) = -0,0007t - 0,0146,$$

$$D(t) = 0,0116t + 0,0434, E(t) = 0,0419t + 0,094.$$

$$S_{SDB}(T, N) = \Delta C_1 = \frac{\Sigma S}{l_{AB}} = 0,5C_d h_d \cos \alpha \quad (2.6)$$

bu yerda  $C_d$  – hisoblanayotgan yildagi Orol dengizi suvining sho'rlik darajasi,  $h_d$  – dengiz sathining pasayishi,  $\alpha_i$  – quriyotgan yuza qismining burchagi.

$N$  o'n yillikning bir yilidagi maydon birligidan tuzlarning tarqalishi  $F$  manba quvvatining  $Te$  energik faol shamol tezligi (5 m/s dan ortiq) va davomiyligi (s/yil) ko'paytmasiga teng:

$$V_A(T, N) = F T_E \quad (2.7)$$

Manba quvvatini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$F = \frac{0,12C_H g \rho_s}{\rho} Q, \quad Q = \frac{c \rho u_*^3}{g} \left[ 1 - \left( \frac{u_{*kp}}{u_*} \right)^2 \right] \quad (2.8)$$

bu yerda  $Q$  – ifloslanish chiqimi,  $\rho$  – havo zichligi,  $\rho_s$  – tuz zarrachasi zichligi,  $p$  – deformatsiya bosimi,  $g$  – gravitatsion doimiylik,  $u_*$  – ishqalanish tezligi,  $c = 0,25 + 0,33W_g/u_*$  – Ouen koeffitsenti,  $d$  – zarra zichligi,  $u_{*kp}$  – kritik ishqalanish tezligi,  $C_H$  – tuproqning sirt qatlamlarining tuz tarkibiga qarab aniqlangan tuzlarning yer usti konsentratsiyasi.

Tuzli changning og'ir fraksiyasining katta qismi ( $\approx 30\%$ )  $QT$  maydonida to'planadi, bu  $V_A(T, N)$  uchun 0,7 koeffitsiyentini ifodalaydi.

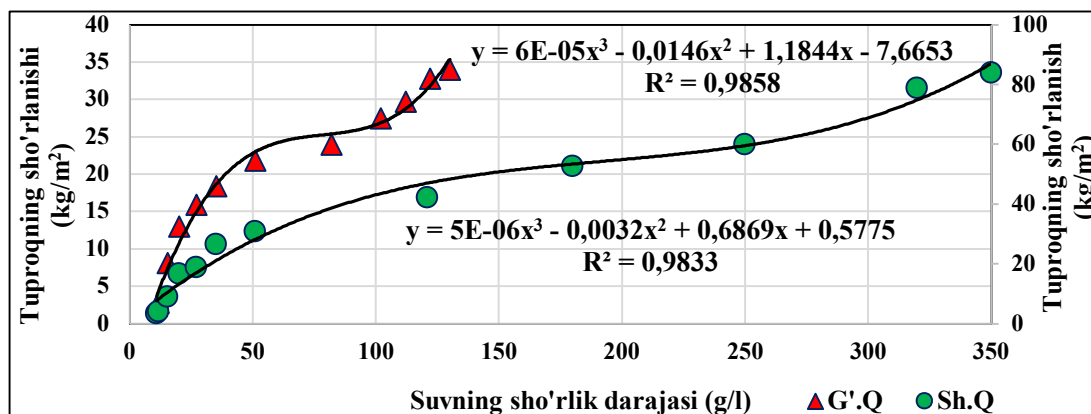
Chink quriqligida tuzlarning shamol ta'sirida tarqalishi kuzatuv ma'lumotlariga, tuproq tarkibining kamroq sho'rlanishi tufayli ham ahamiyatga ega emas. Shu sababli  $QT$  ning g'arbiy qismi uchun tuproq sho'rlanishining  $t$  qurish vaqtiga bog'liqligi quyidagi funktsiya bilan ifodalanadi:

$$S_{QT}(N) = (0,11N^2 - 1,19N + 0,73)T + (-0,78N^2 + 28,86N - 11,49) \quad (2.9)$$

Ikkinchi bo'limda «**O**→**QT**» modelini amalga oshirish natijalari keltirilgan.  $QT$  tarkibiy qismlari dinamikasining sho'rlanish balansini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, modellashtirish davrida ushbu balansning asosiy tarkibiy qismi dengiz

regressiyasi davrida suvda eriydigan tuzlarning depoziti hisoblanadi, uning hissasi birinchi o'n yillikda 60% dan so'nggi o'n yillikda 90% gacha ortadi.

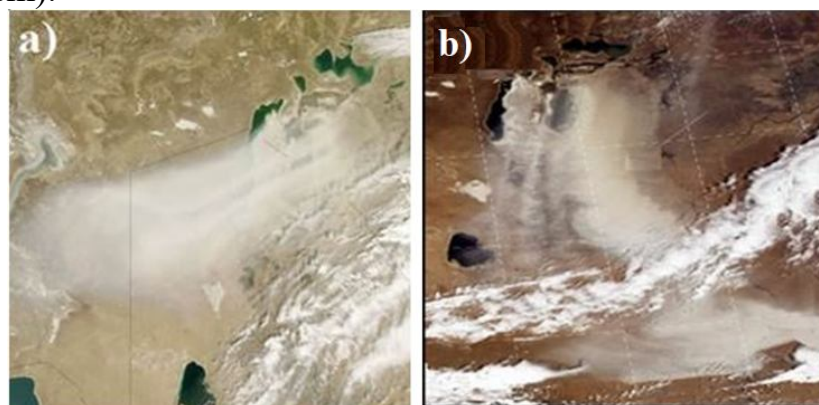
«O→QT» modelini amalga oshirishning asosiy natijasi – ODQT tuproq tarkibining sho'rlanishining suv tarkibining sho'rlanish darajasiga bog'liqligini miqdoriy baholash – (rasm.1) da aks ettirilgan va regressiya tenglamalari bilan ifodalangan.



1-rasm. OQT ning tuproqlarning sho'rlanish dinamikasining suvning sho'rlanish darajasiga bog'liqligi

OQT dan tuzlarning tarqalishiga suvning sho'rlanishining bilvosita ta'siri ushbu bog'liqlikning chiziqli emasligi sababli aniq ifodalash mumkin emas.

2-bobning ikkinchi bo'limida QT→O teskari ijobiy bog'liqligi ko'rib chiqilgan bo'lib, bu tuzlarning tarqalishining Orol dengizi suvining sho'rlanish darajasining oshishiga ta'sirini anglatadi. QT ning ikkinchi model xarakteristikasi-tuproqning sho'rlanishi Orol dengizining xususiyatlariga ta'sir qilmaydi, shu sababli ushbu jarayonda qatnashmaydi. Tuzlarning tarqalishi Orol akvatoriyasini kesib o'tar ekan, tuzlarning gravitatsiyaviy cho'kishi natijasida Orol suvining sho'rlanish darajasini oshiradi (2-rasm).



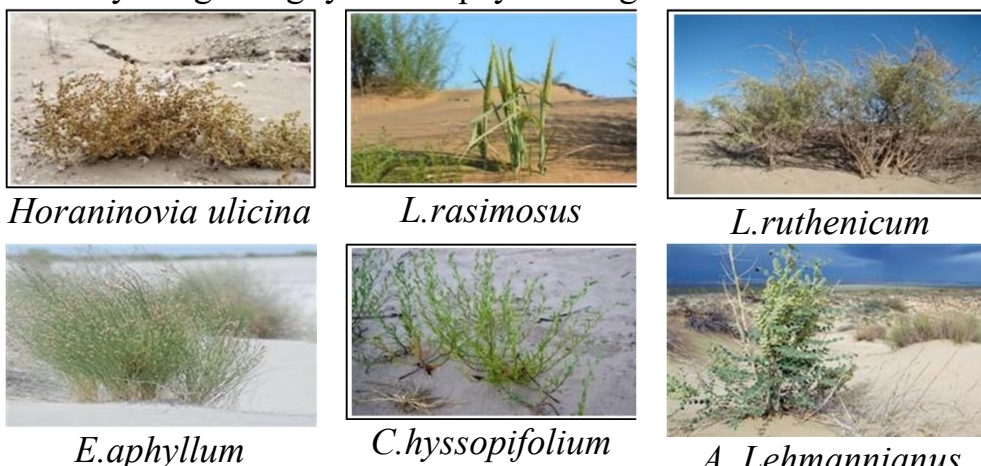
2-rasm. Janubi-g'arbiy (2008 y) (a) va Janubiy (2018 y) yo'nalishlarda (b) tuzli chang bo'ronlari

Suvning sho'rlanish darajasining ko'payishiga chang bo'ronidan keyingi va to'g'ridan-to'g'ri, ya'ni QT→O ning qisqa muddatli ta'sirini baholash quyidagi rasmda keltirilgan. (3-rasm va 4-rasm)

Tuzlar tarqalishining uzoq muddatli ta'sirini baholash uchun lysak Ryaboshapko statistik modeli ishlatilgan.

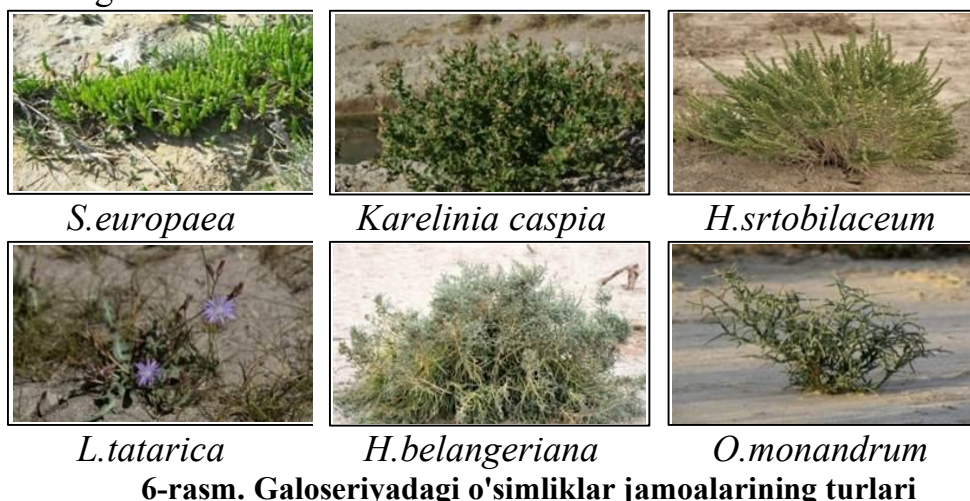


Ayrim *Senecio noeanus*, *Lappula semiglabra*, *Horaninovia ulicina* o'simlik turlari suksessiyaning so'ngi yillarida paydo bo'lgan.



5-rasm. Psammoseriyadagi o'simliklar jamoalarining turlari

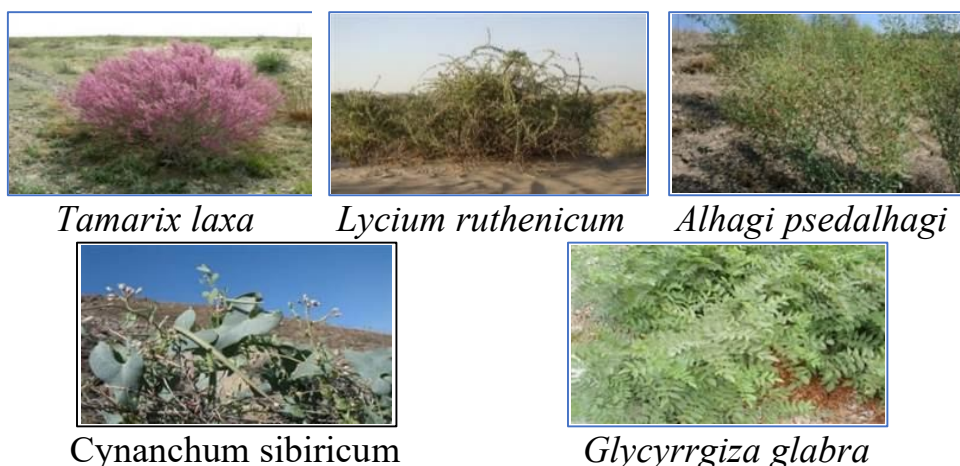
**Galoseriya.** Bu tuproq va yer osti suvlarining kuchli sho'rlanishi sharoitida yuzaga keladigan o'simliklarning rivojlanishi va suksessiyaning bu turi Orol dengizi sohilida eng keng tarqalgan (6-rasm). Proektiv qoplama dinamikasi: *Salicornia europaea* 30% dan 0,1% gacha, *Tamarix laxa* 0,2% dan 1,5% gacha, *T. hispida* 0,5 dan 2,0% gacha, *L. serriola* 0,2% dan 0,4% gacha, *S. Cynanchum sibiricum* 0,2% dan 1,0% gacha, *Atriplex pratovii* 0,1% dan 2,0% gacha, *Eremopyrum orientale* 0,2% dan 0,1% gacha, *Gypsophila perfoliana* 0,3% dan 0,2% gacha, *Atriplex sphaeromorpha* 0,2% dan 0,3% gacha, *Aehuropus littoralis* 0,2% dan 0,1% gacha, *Suaeda crassifolia* 0,2% dan 0,1% gacha, *Suaeda acuminata* 0,3% dan 0,1% gacha, *Kahdium fohatum* 0,1% dan 40% gacha, *Senecio noeanus* 8,0% dan 0,1% gacha, *Polygonum aviculare* 5,0 dan 0,1% gacha, *Lactuca tatarica* 8,0 dan 1,0% gacha, *Lycium ruthenicum* 0,5 dan 0,1% gacha, *Limonium otolepis* 0,5 dan 0,1% gacha, *Phragmites australis* 0,4 dan 0,1% gacha, *Frankenia hirsute* 0,2 dan 0,1% gacha, *Tamarix ramosissima* 0,5 dan 0,1% gacha, *Karelinia caspia* 0,3 dan 0,1% gacha, *Climacoptera aralensis* 2,0 dan 1,0% gacha, *Petrosimania triandra* 1,5 dan 0,1% gacha, *Salsola anustralis* 0,3 dan 0,1% gacha, *Halostachys belangeriana* 0,1% dan 15% gacha, *Climacoptera lanata* 0,1% dan 7% gacha, *Halocnemum srtobilaceum* 0,1% dan 40% gacha.



6-rasm. Galoseriyadagi o'simliklar jamoalarining turlari

**Potamoseriya.** Bu Orol dengizining qurigan tubida tamariks va derez jamoalari bo'lgan to'qay o'simliklarining shakllanishini tavsiflaydi (3.3-rasm). Proektiv qoplama dinamikasi: *Tamarix laxa* 60% dan 30% gacha, *Pragmites australis* 0,5% dan 2,0% gacha, *Salsola panilteni* 0,1% dan 1,0% gacha, *Coryspermum hyssoifolium* 0,1% dan 0,5% gacha, *Senesio noeanus* 3,0% dan 0,1% gacha, *Anisantha tectorum* 0,1% dan 1,0% gacha, *Calamagrostis dubia* 0,5% dan 2,0% gacha, *Calligonum crispatum* 0,1% dan 0,5% gacha, *Stipagrostis pennata* 2,0% dan 1,0% gacha, *Lactuca tatarica* 2,0% dan 1,0% gacha, *Atriplex pratovii* 0,3 dan 0,1% gacha, *Aeluropus littoralis* 5,0 dan 0,5% gacha, *Alhagi psedalhagi* 5,0 dan 0,5% gacha, *Lycium ruthenicum* 1,0% dan 15,0% gacha, *Cynanchum sibiricum* 0,1% dan 0,5% gacha, *Karelinia caspia* 1,0% dan 5,0% gacha, *Astragalus brachypus* 0,2% dan 0,5% gacha, *Eremospartum ahyllum* 0,1% dan 0,5% gacha, *Gypsophila perfoliate* 0,1% dan 0,5% gacha, *L.Serriola* 0,1% dan 0,5% gacha.

Ayrim *Tamarix hipida*, *Salsola nitraria*, *S.australis*, *Limonium otolepus*, *Glycyrrgiza glabra* o'simlik turlari suksessiyaning so'ngi yillarida paydo bo'lgan.



7-rasm. Potamoseriyadagi o'simliklar jamoalarining turlari

Turli o'n yilliklardagi qurish chegaralaridagi fitotsenozlarning proektiv qoplama dinamikasini sinchkovlik bilan tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, OQT dagi O'Q ning ko'p yillik dinamikasini tuz parametrlarga qarab o'rganishda turlarning farqisiz faqat umumiy proektiv qoplama (UPQ) bilan aniqlash mumkin. Ikki xil usuldagi hisob-kitob yuritildi:

1) Tuproqning sho'rlanishi  $S_{QT}$  OQT dagi fitotsenoz dinamikasiga ta'sir qiluvchi yagona omil sifatida qaralib, quyidagi tenglik qo'llanildi

$$\delta_f(T,t) = -0,0002(S_{QT})^3 + 0,0334(S_{QT})^2 - 2,0651 S_{QT} + 100 \quad (3.1)$$

2) shamol ta'sirida tuzlar tarqalishining  $V$  o'simliklarning ildiz qismini tuz zarralari bilan impulslash orqali o'simlik qoplama degradatsiyasiga ta'siri hisobga olinib quyidagi tenglamadan foydalangan holda ifodalangan.

$$\delta_f(T,t) = -0,0002(S_{HC})^3 + 0,0334(S_{HC})^2 - 2,0651 S_{HC} + 100 - \Delta \delta_f(V) \quad (3.2)$$

OQT ning g'arbiy va sharqiy qismlaridagi proektiv qoplama dinamikasining QT sho'rlanishiga bog'liqligi

$$G'.Q: \delta_f = -0,021 S_{HC}^2 - 1,562 S_{HC} + 75,713 \quad (3.3)$$

$$Sh.Q: \delta_f = 0,0199 S_{HC}^2 - 2,5978 S_{HC} + 80,389 \quad (3.4)$$

Orolning g'arbiy va sharqiy qismlaridagi proektiv qoplama dinamikasining TT bog'liqligi

$$\Delta\delta_f(V) = 7,5284\ln(V) + 1,9026 \quad (3.5)$$

$$\Delta\delta_f(V) = 8,5456\ln(V) - 3,76 \quad (3.6)$$

Umumiy hisobdan, modellashtirish shuni ko'rsatdiki, o'simlik qoplaminig ko'p yillik UPQ dinamikasi faktorlari tuproqning sho'rlanish (91%) va shamol ta'siridagi tuzlarning tarqalishidir (9%). Grafikda tasvirlangan tenglik trendi QT ning ushbu model xususiyatlarining O'Q dinamikasiga ta'sirini ifodalaydi, yani QT→O'Q bog'liqligi. OQT dagi UPQ bo'yicha modellashtirish natijalarini mavjud faktik ma'lumotlar bo'yicha ratifikatsiya qilish modelining adekvatlik realligini ko'rsatdi (o'rtacha farq 4,76%).

Ushbu bobning ikkinchi bo'limida o'simlik qoplaminig tuzlarning tarqalishiga ta'siri va uni amalga oshirish natijalari, ya'ni o'simlik qoplaminig Orolning qurigan tubidan shamol ta'sirida tuzlar tarqalishining zaiflashishi «O'Q→QT» modeli ko'rsatilgan. O'Q ning TT ga ta'siri, o'simlik qatlamidagi shamol tezligining pasayishi natijasida tuzlar manbainig quvvati  $\Delta F$  pasayishi bilan belgilanadi.

O'simlik qoplama natijasida shamolning zaiflashish darajasini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$u_r = 0,83\delta_f c_{Hh}^{0,5} u_a + (1 - \delta_f) u_a \quad (3.7)$$

bu yerda  $u_a$ —shamolning dastlabki tezligi,  $c_{Hh}$ — o'simlik qatlamining yuqori chegarasidagi issiqlik uzatish koeffitsienti -0,023 Vt/m.K.

(3.7) formula yordamida  $\Delta F = F(u_a) - F(u_r)$  ni hisoblab pastki yuzaning changlanish kuchining pasayishi miqdorini aniqlaymiz (mg/s m<sup>2</sup>).  $\Delta F$  ni changli bo'ronning davomiyligi  $T_B$  (o'rtacha 7 soat) ga ko'paytirib, chang bo'ronining bir holatida, bitta chang bo'roni paytida o'simlik qatlamining maydon birligida UPQ  $\delta_f$  ga bog'liqli  $\Delta V$  ning kamayishini miqdoriga ega bo'lamiz:

$$\Delta V(T_B) = T_B \Delta F \quad (3.8)$$

N-o'n yillikning T-yilida O'Q ning tuzlar tarqalishining susayishiga yillik ta'siri quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta V_y(N, T) = \Delta F(N, T) T_E(N, T) S_{QT}(N, T) \quad (3.9)$$

bu yerda  $T_E(N, T)$  – N -o'n yillikning t-yilida qurigan maydonning energik faol shamol tezligining yillik vaqti.

$$\Delta V_{ich} = -1,8885\delta_f^2 + 4,9113\delta_f + 0,0127 \quad (3.10)$$

$$\Delta V_y = -0,2657\delta_f^3 - 4,4956\delta_f^2 + 19,953\delta_f - 15,467 \quad (3.11)$$

3.10 va 3.11 tenglik regressiyalari - bu «O'Q→QT»- o'simlik qoplaminig tuzlarning tarqalishiga ta'siri o'rtasidagi bog'liqlikning yashirin shaklida izlanadigan analitik ifodasi hisoblanadi.

**««Orol 61+» geotizimi modeli sintezi va geosistemaning rivojlanish tendentsiyasi»** deb nomlanuvchi to'rtinchi bobida natijalar keltirilgan. Unda «Orol 61+» modelini sintez qilish algoritmi, uni amalga oshirish natijalari, 2030 yil uchun ishlab chiqilgan usul va prognoz berilgan. «Orol-61+» modelining analitik tavsifi sintezi «QT↔O'Q» va «O↔QT» modellarini va ularni bog'laydigan geosistema komponentlarining o'zaro ta'sir tenglamalarini birlashtirishdan iborat bo'lib, ular

ushbu submodellarni amalga oshirish jarayonidan olingan. Shunday qilib, «Orol-61+» modeli ikkita blokdan iborat: «Orol-61+» geosistemi tarkibiy qismlarining xarakteristikalarini dinamikasi bloki va tarkibiy qismlarning o'zaro ta'siri bloki.

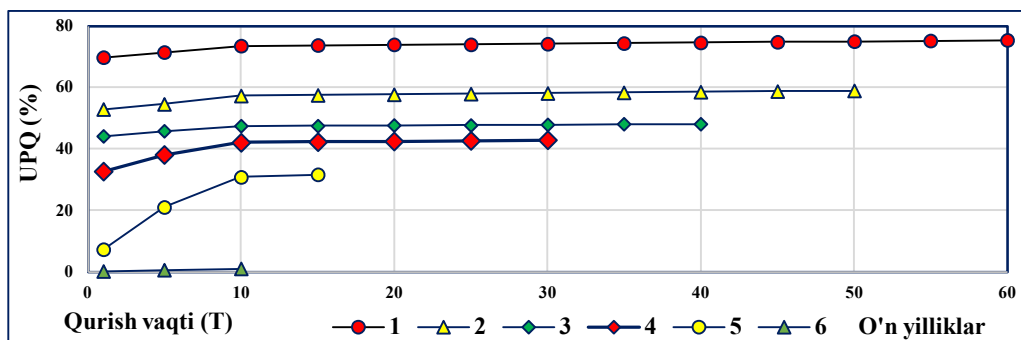
«Orol-61+» sintezlangan modelini amalga oshirish o'n yilliklardagi qurigan chiziqlar uchun «QT↔O'Q» va «O↔QT» modellarini amalga oshirish natijalarini bosqichma-bosqich amalga oshirishdan iborat. Shunday qilib, modellashtirish davrining barcha o'n yilliklari uchun geosistemaning umumiy tasviri yaratiladi; shu jumladan OQT ning sho'rlanishining hududiy dinamikasi; O'Q ning UPQ hududiy dinamikasi; butun QT dagi tuzlarning umumiy tarqalishi baholash; QT↔O'Q va O↔QT o'rtasidagi o'zaro ta'sir darajasi. 4.1 jadvalda «Orol-61+» modelini amalga oshirish natijalari, 1970, 1980, ...2020 yillar uchun geosistema holatining umumlashtirilgan, jami holati aks ettirilgan.

1- jadval

	O'lchov birligi		yillar					
			1970	1980	1990	2000	2010	2020
OQT sho'rlanishi	SH.Q	kg/m <sup>2</sup>	4,1	7,3	14,5	26,1	43,8	81,6
	G'.Q	kg/m <sup>2</sup>	3,1	6,8	12,3	17,5	23,6	34,1
UPQ	SH.Q	%	70,2	57,4	47,7	23,3	0,8	0
	G'.Q	%	74,9	58,5	47,8	42,4	7,3	0,2
Suvning sho'rlanishi	SH.Q	g/l	14	18	32	92	220	350
	G'.Q	g/l	14	18	32	63	108	130
OQT dan tuzlarning tarqalishi	mln.tonna.yil		1,8	4,6	11,5	29,1	84,7	128,4
Akvatoriya maydoni	ming.km <sup>2</sup>		59,0	49,0	38,2	25,3	14,2	6,8
OQT maydoni	ming.km <sup>2</sup>		9,9	19,9	30,7	43,6	54,7	62,1
TQ maydoni	ming.km <sup>2</sup>		0,44	1,12	2,38	4,10	6,99	9,77

OQT da tuproqning sho'rlanishi asosan dengiz regressiyasida suvda eriydigan tuzlarning depozitiga bog'liq bo'lib, uning hissi birinchi o'n yillikda 50% dan so'nggi o'n yillikda 90% gacha va o'rtacha 11,6% minerallashtirilgan yer osti suvlaridan tuzlarning kapillyar ko'tarilishiga bog'liq.

O'Q dagi UPQ ning hududiy dinamikasi OQT ning sho'rlanish dinamikasi bilan chambarchas bog'liq. 2020 yilgacha eski qurigan tublarning sho'rlanish darajasi o'simliklarning ijobiy o'sishni keltirib chiqaradi (UPQ 70% ga etadi). Qurish jarayoni vaqtining kamayishi sababli, keying yillarda qurigan qirg'oqda fitotsenozlarning UPQ si keskin no'lgacha kamayadi. (8-rasm).



8. Rasm. OQT ning g'abiy qismida qurish vaqti davridagi UPQ ning dinamikasi

Orolbo'yi mintaqasida shamolning energiya faolligining ma'lum darajada pasayishi bilan ham tuzlarning umumiy tarqalishining o'sishi QT sho'rli va sho'r botqoqlarning ko'payishi, shuningdek TT ni ushlab turadigan O'Q ning UPQ pasayishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalari 1961-2020 yillar davomida TT ning dinamikasi to'g'risida aniq raqamli va tahliliy ma'lumotlarni aniqlaydi va taqdim qiladi. Modellashtirish jarayonida ataylab antropogen aralashuvning (Kokaral to'g'oni, suv havzalari, o'rmonzorlar, kollektor-drenaj suvlarining tushishi) yo'qligi taxmin qilingan holda amalga oshirildi, ya'ni model va faktik ma'lumotlarni taqqoslashda tuproqning sho'rlanishi qancha kamaygan, UPQ qay darajada ko'paygan va yuqoridagi ta'sirlar natijasida tuzlarning tarqalishi qanchalik darajada kamayganligi borasida raqamli ma'lumot olish uchun OQT ning tabiiy evolyutsiyasi mexanizmlari o'rganildi.

Uchinchi bo'limda «Orol-61+» modelini amalga oshirish natijalarining amaliy qo'llanilishi, TT ning zaiflashishiga nisbatan OQT ga ijobiy antropogen ta'sirlarning samaradorligini baholash usuli ko'rsatilgan. ATM ga sun'iy suv havzalari – Mo'ynoq, Ribachiy va Jiltirbas, Kokaral to'g'oni va KS-4 kollektorlari qurilishi va o'rmonzorlar ekilishi kiradi. Ma'lumki nam tuproqdan, shuningdek, suv yuzasidan TT sodir bo'lmasligi sababli, Kokaral to'g'oni va kollektorlaridan suvlarning yuborilishi Markaziy Orolni, qisman Tshebasni va katta Orolning Sharqiy qismini oziqlantirib, ular tomonidan sug'orilgan hududlardan tuzlar tarqalishining butunlay oldini oladi.

OQT uchun IAT ning samaradorligini hisoblashning ishlab chiqilgan usuli quyidagicha:

- 1) Har bir hisoblash davri uchun tuproqning sho'rlanish darajasi, UPQ, TT ning yillik hajmi (model hisoblari), IAT, o'rmon plantatsiyalaridagi o'simlik qoplaminig UPQ va ushbu UPQ ga mos ravishda TT ning yillik hajmi aniqlandi;
- 2) Bir xil maydonlardan o'rmonzorlar ekilgan maydonlardan va ular bo'lmagan taqdirda tuzlar tarqalishining (yiliga million tonna) yillik hajmning farqini hisoblash (model ma'lumotlari), bu fitomelioratsiya samaradorligining miqdoriy ifodash imkonini beradi.
- 3) OQT da yaratilgan suv havzalari, Kokaral to'g'oni va kollektor-drenaj suvlarining samaradorligini aniqlash, ularning samaradorligi yuz foiz va ular tomonidan sug'orilgan maydonlardan yillik tuzlar tarqalishining hajmiga (model ma'lumotlari) teng.

Ushbu usulning amalga oshirilishi shuni ko'rsatdiki, masalan, 2019 yilda, o'rmon ekish maydoni 483000 ga teng bo'lganida, OQT dagi tuzlarning umumiy tarqalishi model ma'lumotlariga nisbatan ushbu hududlardan yiliga 16,1 million tonnaga kamaydi. Mo'ynoq, Baliqchi va Jiltirbas suv havzalari, shuningdek, Kokaral to'g'onidan va kollektorlardan chiqayotgan suvlar TT ni kamaytirishi yiliga 5,78 million tonnani tashkil etadi. Xulosa qilib aytganda, OQT dan tuzlar tarqalishini umumiy yiliga 21,88 million tonnaga kamaytiradi, ya'ni amalga oshirilgan tadbirlarsiz biz hozirda Orolbo'yi hududida tuzlarning tarqalishini taxminan 127,48 million tonnagacha yetgan bo'lar edi. «Orol 61+» geosistemasining rivojlanishini baholash uchun to'rtinchi bo'limda 2030 yil modelidan foydalangan holda

prognozlash natijalari keltirilgan. (4.2 jadval). Kirish parametrlari (stsenariylar) olingan regressiya tenglamalari bo'yicha ehtiyotkorlik bilan ekstrapolyatsiya qilingan tendentsiyalar bilan hisoblab chiqilgan.

2 jadval

**«Orol 61+» geotizimining 2030 yil uchun prognozlash ko'rsatkichlari**

«Orol 61+» geotizimi xususiyatlari		Nisbatan ijobiy variant	Maksimal darajadagi salbiy variant
Suv sho'rliigi	SH.Q	370 g/l	460 g/l
	G'.Q	140 g/l	175 g/l
Orol dengizi akvatoriyasi maydoni		6,1 ming.km <sup>2</sup>	5,44 ming.km <sup>2</sup>
Ijobiy antropogen ta'sirlarning maydoni		8,7 ming.km <sup>2</sup>	5,1 ming.km <sup>2</sup>
Orol dengizining qurigan tubi maydoni		62,8 ming.km <sup>2</sup>	63,46 ming.km <sup>2</sup>
Qurigan tubning tuz qoplamalari maydoni		18,9 ming.km <sup>2</sup>	20,7 ming.km <sup>2</sup>
ODQT ning sho'rlanishi		114,8 kg/m <sup>2</sup>	128,6 kg/m <sup>2</sup>
Tuzlarning tarqalishi		94,6 mln.tonna.yil	134,8 mln.tonna.yil
ODQT da UPQ ning o'rtacha kamayishi		37,3% gacha	29,7 % gacha

**“Orol dengizi qurigan tubi dinamikasining tuz parametrlarini miqdoriy baholash”** mavzusidagi dissertatsiya ishi natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

**XULOSALAR**

1. Dengiz suvining sho'rlanishi, tuzlarning tarqalishi va QT ning sho'rlanishi o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar, Orol va qurigan tubi geosistemasida tuzlarning qayta taqsimlanishi jarayonlarini barqarorlashtirishga to'sqinlik qiladigan ijobiy va teskari munosabatlarda ifodalanadi.

2. OQT sho'rlanishining asosiy omili dengiz regressiyasi jarayonida suvda eriydigan tuzlarning depoziti hisoblanadi, uning hissasi birinchi o'n yillikda 50% dan oxirgi o'n yillikda 90% gacha o'sadi. Ushbu holatning ta'siri shamol natijasida tuzlar tarqalishining ijobiy dinamikasi hisoblanadi va 1 o'n yillikda yiliga 1,8 million tonnadan so'nggi o'n yillikda yiliga 128,4 million tonnagacha ortgan.

3. OQT da o'simliklarning shakllanishi tuproqning sho'rlanishining oshishiga va tuzlarning tarqalishiga bog'liq. Ushbu hududda fitotsenozlarning UPQ darajasi ortib bormoqda.

4. Modellashtirish natijalariga ko'ra, vaqt o'tishi bilan proektiv qoplamaning tuzlar tarqalishining zaiflashuvida ta'sirining pasayishi OQT dagi tuproqning sho'rlanish darajasining o'sishi tufayli o'simlik qoplamaning pasayishi bilan izohlanadi.

5. «Orol 61+» modelidan foydalangan holda tuzlarning tarqalishini o'z ichiga olgan OQT ga antropogen ta'sirlarning samaradorligini baholashning ishlab chiqilgan metodologiyasi sun'iy ravishda sug'orilgan hududlar tuzlarnng tarqalishini yiliga 5,78 million tonnaga, o'rmonlarni ekish esa tuzlarnng tarqalishini yiliga 16,1 million tonnaga kamaytirishini hisoblash imkonini berdi. Umuman olganda, so'nggi yigirma yil ichida ijobiy antropogen ta'sirlar tuzlarnng tarqalishini 17-20% ga kamaytirgan.

6. Tadqiqot natijalari 1961-2020 yillar davomida Orol geosistemi va qurigan tubining dinamikasi to'g'risida aniq raqamli va tahliliy ma'lumotlarni aniqlaydi va natijasini beradi.

7. Umuman olganda, Orol dengizi va qurigan tubining geosistemi inqiroz sharoitida bo'lgan ekotizimning yorqin namunasidir, **tuz parametrlarini boshqarish** ushbu ekotizim evolyutsiyasining asosiy omili hisoblanadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.04.2021.В.79.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ КАРАКАЛПАКСКОМ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

---

**КАРАКАЛПАКСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**КУБЛАНОВ ЖАЛГАСБАЙ ЖУМАБАЕВИЧ**

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СОЛЕВОГО ПАРАМЕТРА  
ДИНАМИКИ ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

**03.00.10 – Экология**

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

**Нукус -2023**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за B2020.4.PhD/B526**

Диссертация выполнена в Каракалпакском НИИ естественных наук ККО АН РУз.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.aknuk.uz](http://www.aknuk.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet».

**Научный руководитель:** **Тлеумуратова Бибигуль Сарыбаевна**  
доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:** **Ажиев Алишер Бахтибаевич**  
доктор биологических наук (DSc), доцент

**Мурадов Шухрат Одилович**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:** **Хорезмская Академия Маъмуна**

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.04.2021.B.79.01 при Каракалпакском научно-исследовательском институте естественных наук (Адрес: 230100, г. Нукус, Проспект Бердаха, 41, малый конференц-зал института). Тел.: (+99861) 222-17-44, (+99861) 222-96-72, факс: (+99861) 222-17-44, e-mail: [aknuk@mail.uz](mailto:aknuk@mail.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук.

Автореферат диссертации разослан: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

(реестр протокола рассылки № «\_\_\_\_\_» от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023).

**Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна**  
Председатель Научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.б.н., профессор

**Утемуратова Гулширин Нажиматдиновна**  
Ученый секретарь Научного совета  
по присуждению ученых степеней, PhD б.н.

**Матчанов Азат Таубалдиевич**  
Председатель Научного семинара  
при Научном совете по присуждению  
ученой степени доктора наук, д.б.н. профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** Сегодня в мировом масштабе высыхание Аральского моря признано крупнейшим экологическим кризисом современности. Наиболее опасным последствием кризиса является ветровой вынос солей (ВС) с осушенного дна Аральского моря (ОДА), воздействующий на здоровье населения, засоленность почв, растительный покров, а также на климат Приаралья. В этой области исследования связей между осушенным дном Аральского моря, растительным покровом и соленостью воды Аральского моря, имеют важное научно-практическое значение.

В ведущих мировых научно-исследовательских центрах мира ведутся масштабные научно-исследовательские работы, направленные на выявление вредных последствий распространения солей с высохшего дна Аральского моря. В этом направлении особое внимание уделяется изучению систематическое изучение сложных переплетение факторов выноса солей и динамичность геосистемы Арала и осушенного дна, пространственно-временной динамики базисных для ВС гидрохимических и эоловых процессов с применением математического моделирования.

В республике ведутся ширококомасштабные научно-исследовательские работы, направленные на улучшение экологической ситуации в южном Приаралье, изучение различных аспектов распространения солей, использование полученных результатов при разработке мер по улучшению экологической ситуации в южном Приаралье. В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан<sup>1</sup>, были поставлены задачи по «... создани эффективных механизмов научных и инновационных достижений в практику, предотвращение проблем, влияющих на окружающей среде и генофонд». При этом изучение факторов естественного роста и фитомелиорации растений, количественная оценка эффективности в аспекте ослабления выноса солей положительных техно-антропогенных воздействий таких как, засеянного растительного покрова, Кокаральская плотина, коллекторы и водопропускные трубы искусственно обводняемых водоемов, является экономически востребованной и имеет важное научно-практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-4850 от 06.11.2020г. «Об утверждении концепции развития системы лесного хозяйства Республики Узбекистан до 2030 года», Указ Президента Республики Узбекистан от 18.01.2017г. «О Государственной программе развития региона Приаралья на 2017-2021 гг.», Указ Президента Республики Узбекистан от 30.12.2021г. «О мерах по ускорению и дальнейшей эффективной организации охраны деревьев

---

<sup>1</sup>Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан.

в Республике», Постановление Кабинета Министров №31 от 18.01.2022г. «О дополнительных мерах по созданию «зеленого покрова» – защитных лесов на высохшем дне Аральского моря и территории Приаралья», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие темы проводимых в республике научно-исследовательских направлений.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики -V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Большой детализированный вклад в изучение засоления постаквальной суши, влияния засоленности почв на фитоценозы, ветрового выноса солей внесен учеными Узбекистана Рафиковым А.А. (1982, 1981), Кабуловым С.К. (1985, 1990), Толкачевой Г.А. (1995,1998, 2000), Тлеумуратовой Б.С. (2004, 2018), Мавляновым Т.Э. (1998), Курбаниязовым А.К. (2017), Адиловым Б.А. (2015) Шомурадовым Х.Ф. (2015), Шеримбетовым С.Г. (2015), Раззаковым Р.М. и Косназаровым К.А. (1987, 1998), Духовным В.А. и др.(2007, 2008), Новицким З.Б. (2007, 2008, 2017, 2018) и многими другими.

В странах содружества независимых государств (СНГ) проведен ряд крупных исследовательских работ такими учеными, как Зонн И.С., Глянц И.Х, Завьялов П.О. (2012), Герасимов И.П. (1985, 1990), Некрасова Т.Ф. (1979), Богданова Н.М., Костюченко В.П. (1977, 1978, 1979, 1981), Димеевой Л.А., (1997, 2007, 2011), Кузьмина Ж.В и Трешкин С.Е, (2009, 2013), Григорьева А.А, (1985, 1987), Семенов О.Е, (1972), Кузнецов Н.Т (1986) и др.

Весомый вклад по тематике диссертации внесен такими учеными из зарубежных стран, как Miclin P. (1988, 2007, 2010, 2014, 2016), Banks Jetal (2022), Duan. Z. et.al., (2022), Ge Y. et.al (2022), Huili He. et.al (2022), Jin Q. et.al., (2017), Wu N. et.al. (2022), Yang X. et.al. (2020), Weahler T.A. Dietrich S.E. (2017), Opp C. et.al., (2017), Breckle S.W. and Wucherer W. (2012), McDermid S.S. and Winter J. (2017), Yang X. et.al. (2020), Lu H. and Shao Y. (2001) и др.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами.** Тема диссертации выполнена в рамках научных исследований Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук прикладного проекта AL-392103042 «Моделирование экологических и метеорологических процессов в зонах опустынивания Южного Приаралья, приводящих к потеплению климата Республики» (2022-2023 годы).

**Целью диссертационной работы** является количественная оценка солевого параметра динамики осушенного дна Аральского моря.

**Задачи диссертационного исследования** состоят в следующем:

количественная оценка динамики взаимосвязей солености воды в Аральском море, засоленности постаквальной суши и выноса солей с осушенного дна Арала;

количественная оценка и выявление динамики взаимодействия в аспекте аэродинамического перераспределения солей растительного покрова и выноса солей с осушенного дна Арала;

диагностика пространственно-временной динамики и прогноз на 2030г. состояния компонентов геосистемы «Арал 61+»;

количественная оценка эффективности положительных антропогенных воздействий (Кокаральская плотина, водоемы, лесопосадки) на экологическое состояние осушенного дна Арала.

**Объектом исследования** являются Аральское море, осушенное дно и растительный покров на осушенном дне Аральского моря, составляющие в целостном виде динамическую геосистему «остров 61+».

**Предметом исследования** являются взаимосвязи динамики компонентов геосистемы «Арал 61+» в аспекте гидрохимического и эолового перераспределения солей в периоде 1961-2020гг.

**Методы исследований.** В диссертационной работе использовались методы математического моделирования, статистического и системного анализа (модельные расчеты), системной экологии (мониторинг объектов окружающей среды), информационные технологии (программы LpSquare, MSEXCEL и данные дистанционного зондирования Земли).

**Научная новизна** исследования состоит в следующем:

впервые Аральское море, постаквальная суша, фитоценозы и процессы солеобмена между ними выявлено методами моделирования и системного анализа как единая геоструктура;

выявлены закономерности эволюции растительного покрова ОДА в зависимости от засоленности постаквальной суши и выноса солей;

разработан метод количественной оценки влияния растительного покрова на ветровой вынос солей в зависимости от общего проективного покрова;

разработан метод оценки эффективности антропогенных воздействий на осушенном дне Аральского моря.

**Практические результаты исследования:**

разработаны методы определения структуры факторов всхожести лесонасаждений с учетом динамической зависимости общего проективного покрова (ОПП) выявленного растительного покрова от выноса солей на высохшем дне Аральского моря;

разработаны система моделей для диагностики и прогноза процессов перераспределения солей в геосистеме «Арал 61+» для различных отрезков времени;

разработаны расчеты ОПП лесонасаждений на ОДА, в соответствии с требуемой степенью защиты от ВС;

разработаны методы количественной оценки погрешностей измерения солености воды Аральского моря непосредственно после солепылевых бурь;

разработаны методы количественной оценки эффективности техноантропогенных воздействий в улучшении экологических условий ОДА.

**Достоверность результатов** исследования обосновывается соблюдением основных положений системной экологии, использованием уравнений регрессии, полученных на основе реализации численных моделей рассматриваемых процессов, согласием модельных данных с фактическими и литературными данными других авторов, публикациями в зарубежных

индексируемых изданиях, внедрением результатов в практическую деятельность.

#### **Практическая и научная значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что выявлены основные закономерности многолетней динамики перераспределения солей в геосистеме Аральского моря и его осушенного дна, проведена количественная оценка этих закономерностей. Выявленные закономерности динамики исследуемых процессов служат основой для научного прогнозирования развития геосистемы Арала и осушенного дна.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные результаты позволяют количественно оценить системность процессов, связанных с выноса солей с ОДА, обеспечивающей корректную соотнесенность и координированность мероприятий по ослаблению этого процесса, тем более, что в диссертации были исследованы закономерности естественной эволюции геосистемы без антропогенного вмешательства, объясняется применением в оценке аспектов количественно оценить эффективность положительных антропогенных воздействий (Кокаральская плотина, пруды, лесопосадки).

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных результатов по моделированию солевого параметра динамики осушенного дна Аральского моря:

разработанные методы количественной оценки связи между выносом солей и растительным покровом на осушенном дне Аральского моря внедрены в практическую деятельность Комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Каракалпакстан при разработке программ мероприятий в области экологической безопасности и охраны окружающей среды региона Южного Приаралья (Справка Комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Каракалпакстан за № 02-220 от «25» января 2022 года). В результате появилась возможность цифровых показателей при разработке мер по снижению негативного воздействия усыхания Аральского моря на окружающую среду;

полученные данные по экологическим особенностям пространственно-временного распределения и динамике растительного покрова внедрены в деятельность Комитета по лесному хозяйству Республики Каракалпакстан. (Справка Комитета лесного хозяйства Республики Каракалпакстан за № 2-443 от «22» июля 2022 года). В результате появилась возможность повышения эффективности планирования мероприятий по лесопосадкам на осушенном дне Аральского моря.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования обсуждались на 8 в международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 21 научных работ, из них 11 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 5 в республиканских и 6 в зарубежных журналах.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 109 страниц.

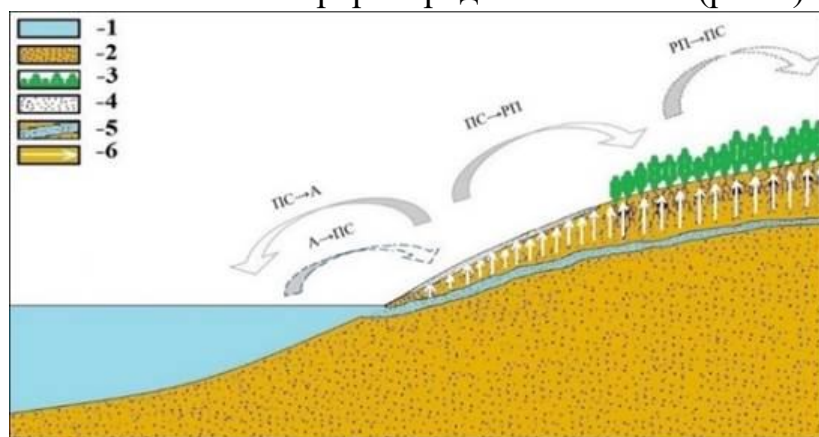
## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения по внедрению результатов исследования, опубликованным работам и структуре диссертации.

Первая глава диссертационной работы «**Концептуализация и методы исследования**» посвящена подробному описанию объекта, предмета и методов исследования. В первом разделе изложены методы исследования, основными из которых являются экосистемный подход и моделирование. При разработке моделей применялась регрессионная обработка результатов численного моделирования работы Тлеумуратовой Б.С. (2018).

Во втором разделе дана общая геофизическая характеристика динамики объекта исследования.

В третьем разделе дано определение структуры геосистемы «Арал 61+», как совокупности ее компонентов (Аральское море, осушенное дно и растительный покров на ОДА) и их взаимосвязей, касающихся гидрохимического и эолового перераспределения солей (рис.1).



**Рис.1. Схема физической реальности исследуемых процессов геосистемы «Арал 61+»**

Примечание: 1 – море, 2 – почвогрунты, 3 – растительный покров, 4 – солончаки, 5 – грунтовые воды, 6 – капиллярный подъем солей из грунтовых вод;

Компоненты геосистемы «Арал-61+» в модели представляются как абстрактные объекты, идентифицируемые:

- 1) Аральское море (А) – суммарной площадью акватории и соленостью воды;
- 2) ОДА или постаквальная суша (ПС) – засоленностью почвогрунтов и выносом солей (ВС);

3) Растительный покров (РП) – общим проективным покрытием (ОПП) без видовых различий.

Перераспределение, движение, или по М.А.Орловой миграция солей в геосистеме «Арал 61+» осуществляется сложным переплетением гидрохимических и эоловых процессов, агентами которых являются вода и ветер.

Вынос солей с ОДА является следствием усыхания Арала и увеличения солености воды (связь А→ПС). С другой стороны, вынос солей, пересекая акваторию Арала, в свою очередь влияет на соленость Аральской воды (связь ПС→А), являющуюся основным фактором соленакопления на постаквальной суше. Единственным сдерживающим естественным фактором выноса солей является растительный покров, защитная функция которого заключается в снижении скорости ветра и тем самым мощности источников солевывноса (связь РП→ПС). В свою очередь РП испытывает негативное влияние засоленности ОДА и ВС (связь ПС→РП).

В четвертом разделе первой главы дана концептуальная модель исследуемой проблемы, т.е. вербальное описание постановки задачи и принятых при абстрагировании упрощений.

*Период моделирования* – 1961-2020гг. – разделен на десятилетия (1961-1970, 1971-1980 и т.д.). Десятилетия нумеруются по хронологии:  $N=1$  для 1961-1970гг.,  $N=2$  для 1971-1980гг. и т.д. Для учета межгодовой динамики время идентифицируется как время осушения расчетной точки ОДА ( $T=1, 2, 3...$ ), т.е. количество лет, прошедшее со времени выхода этой точки на дневную поверхность и как время усыхания Аральского моря ( $t$ ), отсчитываемое в годах с 1961г.

*Область моделирования* в плане является акватория Аральского моря на 1960г., по вертикали – 3м в глубину и 2000м в высоту.

Пространственное квантование соответствует разделению периода моделирования на десятилетия: осушенное дно разделено на полосы осушения в 1961-1970гг., 1971-1980гг. и т.д.

Модель геосистемы «Арал-61+» реализуется отдельно для каждого десятилетия в первые 10 лет осушения, затем проводилась интеграция этих отдельных реализаций для вывода закономерностей общей динамики в периоде 1961-2020гг.

Как видно из рис.1, в целом «солевые» нелинейные взаимодействия можно разделить на 2 части: взаимодействия «А↔ПС» и «ПС↔РП». Соответственно модель «Арал-61+» состоит из двух подмоделей: подмодели прямого и обратного взаимодействий по перераспределению солей между Аральским морем и его осушенным дном (для краткости, обозначаемой модель «А↔ПС») и подмодели прямого и обратного взаимодействий по перераспределению солей между ОДА и РП (для краткости, обозначаемой модель «ПС↔РП»).

Во второй главе «**Взаимосвязи солености воды Аральского моря и засоления ПС**» представлена модель «А↔ПС» многолетней динамики нелинейных взаимосвязей по перераспределению солей между Аральским

морем и его осушенным дном и результаты ее реализации. Так как причинковая осушка (западное побережье) и остальная часть ОДА сильно отличаются по орографии, моделирование проводится отдельно для западной (причинковой части) и восточной части ОДА.

В первом разделе дана модель прямой связи «А→ПС» описывающая засоленность ПС как функцию усыхания моря и соответствующего увеличения солености воды. Динамика площади акватории  $S_A(t)$  Аральского моря и солености воды  $ST_3(t)$  для западной части Арала и  $ST_B(t)$  для восточной части Арала описывается регрессионными уравнениями, построенными по фактическим данным для периода 1961-2020 гг.:

$$S_A(t) = 0,0003t^3 - 0,0268t^2 - 0,4531t + 66,799 \quad (2.1)$$

$$ST_3(t) = 0,0021t^3 - 0,0045t^2 - 1,1141t + 16,078 \quad (2.2)$$

$$ST_B(t) = -0,0008t^3 + 0,1186t^2 - 2,2109t + 16,478 \quad (2.3)$$

где  $t$  – время усыхания Аральского моря.

Соленаконпление в верхних горизонтах ПС (кг/га) в  $T$ -м году  $N$ -го десятилетия выражается формулой:

$$S_{ПС}(T, N) = S_{SALT}(T, N) + S_{SDB}(T, N) - 0,7V_A(T, N) \quad (2.4)$$

здесь  $S_{SALT}(T, N)$  – динамика соленаконпления ( $г/м^2$ ) на поверхности вследствие капиллярного тока из грунтовых вод,  $S_{SDB}(T, N)$  – депозит водорастворимых солей при отступлении береговой полосы,  $V_A(T, N)$  – вынос солей с единицы площади за один год десятилетия  $N$ .

$$S_{SALT}(t, T) = A(t)T^4 + B(t)T^3 + C(t)T^2 + D(t)T + E(t), \quad (2.5)$$

$$A(t) = -0,00001, B(t) = 0,00002t + 0,0007, C(t) = -0,0007t - 0,0146,$$

$$D(t) = 0,0116t + 0,0434, E(t) = 0,0419t + 0,094.$$

$$S_{SDB}(T, N) = \Delta C_1 = \frac{\sum S}{l_{AB}} = 0,5C_d h_d \cos \alpha \quad (2.6)$$

где  $C_d$  – соленость воды Аральского моря в расчетном году,  $h_d$  – падение уровня моря,  $\alpha_i$  – уклон осушившейся части дна.

Вынос солей с единицы площади за один год десятилетия  $N$  равен произведению мощности источника  $F$  на продолжительность энергоактивных (более 5 м/с) скоростей ветра  $T_9$  (ч/год):

$$V_A(T, N) = F T_9 \quad (2.7)$$

Для определения мощности источника используется формула:

$$F = \frac{0,12C_H g \rho_s}{\rho} Q, \quad Q = \frac{c \rho u_*^3}{g} \left[ 1 - \left( \frac{u_{*кр}}{u_*} \right)^2 \right] \quad (2.8)$$

где  $Q$  – расход примеси,  $\rho$  – плотность воздуха,  $\rho_s$  – плотность частиц солей,  $p$  – давление деформации,  $g$  – гравитационная постоянная,  $u_*$  – скорость трения,  $c = 0,25 + 0,33w_g/u_*$  – коэффициент Оуэна,  $d$  – диаметр частиц,  $u_{*кр}$  – критическая скорость трения,  $C_H$  – наземная концентрация солей, определяемая по солесодержанию поверхностных слоев почвы.

Значительная часть тяжелой фракции ( $\approx 30\%$ ) солевой пыли осаждается в пределах ОДА, этим объясняется коэффициент 0,7 при  $V_A(T, N)$ .

Ветровой вынос солей на причинковой осушке незначителен как по данным наблюдений, так и вследствие меньшей засоленности почвогрунтов.

Поэтому для западной части ОДА зависимость засоленности почв от времени осушения  $T$  выражается функцией:

$$S_{ПС}(N) = (0,11N^2 - 1,19N + 0,73)T + (-0,78N^2 + 28,86N - 11,49) \quad (2.9)$$

Во втором разделе приведены результаты реализации модели «А→ПС». Анализ динамики компонентов баланса засоленности ПС показал, что на всем протяжении периода моделирования главенствующим компонентом баланса является депозит водорастворимых солей при регрессии моря, вклад которого растет от 60% в первом десятилетии до 90% в последнем десятилетии.

Основной результат реализации модели «А□ПС» – количественная оценка зависимости засоленности почв ОДА от солености воды – отражен на (рис.2) и выражен уравнениями регрессии (уравнения линии тренда).

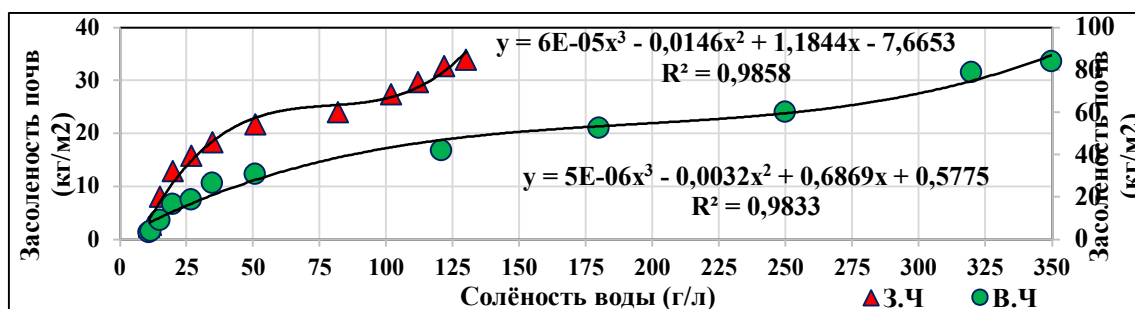


Рис.2. Динамика засоленности почв ОДА в зависимости от солености воды

Косвенное влияние солености воды на вынос солей с ОДА невозможно выразить в явном виде из-за нелинейности этой связи.

Во втором разделе главы 2 рассматривается обратная положительная связь ПС→А, означающая влияние выноса солей на увеличение солености воды Аральского моря. Вторая модельная характеристика ПС – засоленность почвогрунтов, не влияет на характеристики Аральского моря, поэтому не участвует в обратной связи. Вынос солей, пересекая акваторию Арала, при гравитационном осаждении солей увеличивает соленость Аральской воды (рис.3).

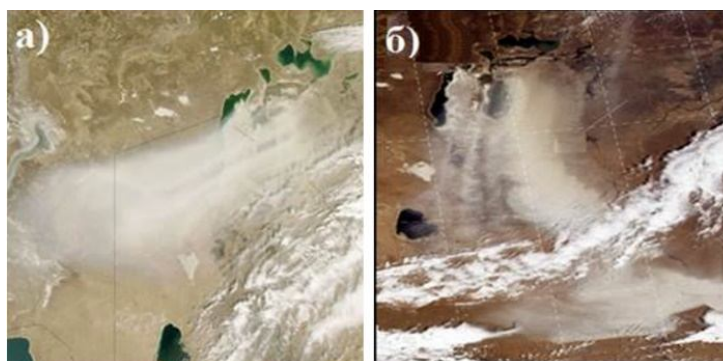


Рис.3. Пылевые бури с выносом солей в юго-западном (2008 г) (а) и южном (2018 г) направлениях (б)

Оценка увеличения солености воды во время и непосредственно после пылевой бури, т.е *кратковременного воздействия* ПС→А, представлена на графике (рис.4 и рис.5).

Для оценки *длительного воздействия* выноса солей использовалась статистическая модель Лысака-Рябошапко.

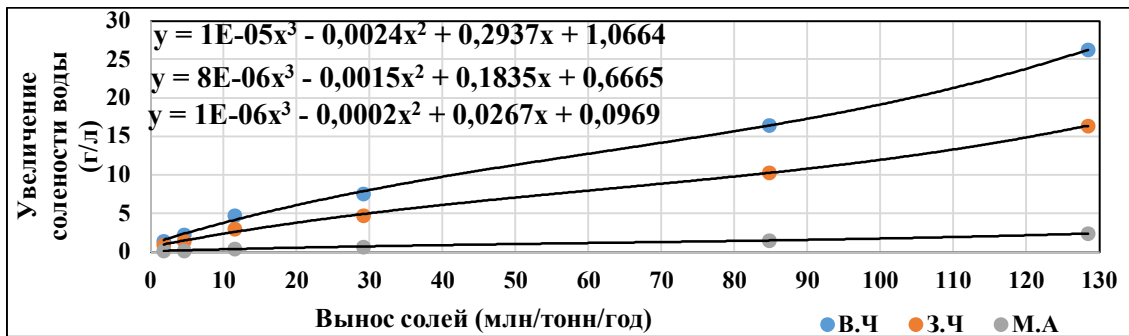


Рис.4. Влияние выноса солей в течение одной солевой бури на соленость воды (г/л) Аральского моря

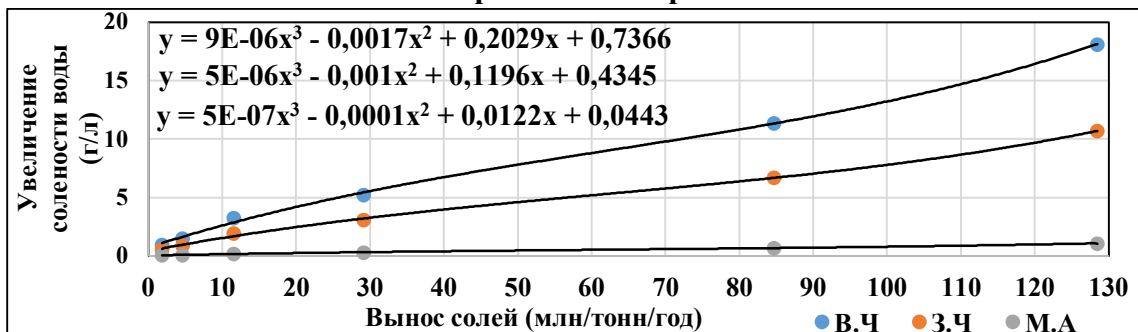


Рис.5. Среднегодовое количество увеличения солености воды (г/л) Аральского моря в зависимости от выноса солей

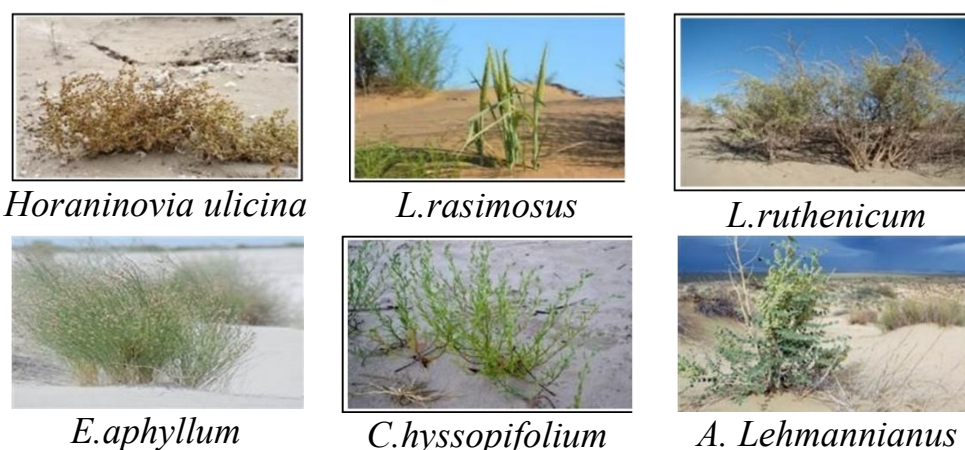
Уравнения трендов на рис.4 и рис.5 являются аналитическим выражением связи ПС→А.

В третьей главе ДР «Количественная оценка солевого параметра в связях постаквальной суши и растительности» решается задача исследования нелинейных связей «ВС↔РП» и выявления закономерностей системной динамики выноса солей и растительного покрова на осушенном дне Аральского моря в периоде 1961-2020гг.

В первом разделе главы рассматривается прямое воздействие ПС→РП, т.е. многолетняя динамика РП в зависимости от засоленности почв и следствием этой засоленности – ВС. Предварительно приведены литературные сведения о механизме воздействия на растения засоленности почв и сукцессиях, происходящих при осушении Аральского моря. Учеными выделено три типа первичных сукцессий (псаммосерия, галосерия и потамосерия), которые отличаются по механическому составу и засолению почвогрунтов, закономерностями временной динамики и заключительными стадиями.

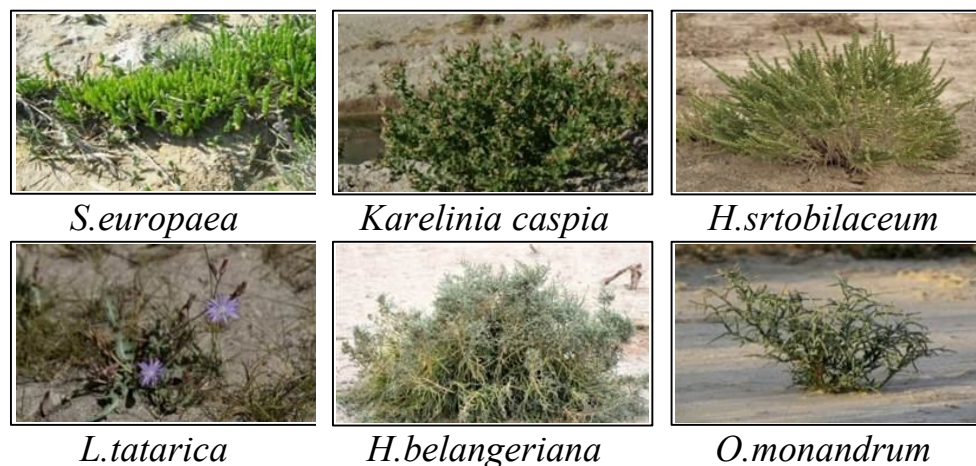
**Псаммосерия.** Это сукцессии на полосе песков, опоясывающих все побережье Аральского моря со следующей динамикой проективного покрытия типичных для этого типа сукцессий растений (рис.6): *Stipagrostis pennata* от 20% до 3,0%, *Leymus rasimosus* от 0,5% до 0,1%, *Lycium ruthenicum* от 0,5 до 0,1%, *Eremosparton aphyllum* от 2,0% до 20%, *Calligonum crispatum* от 0,5% до 12%, *Lactuca tatarica* от 0,1% до 0,2%, *Salsola paulsenii* от 0,1% до 0,5%, *Corispermum aralo-caspicum* от 0,1 до 0,5%, *Chondrilla brevirostris* от

0,1% до 6,0%, *Astragalus brachypus* от 0,1% до 0,5%, *Anisantha tectorum* от 0,1% до 0,2%. Некоторые виды растений как *Senecio noeanus*, *Lappula semiglabra*, *Horaninovia ulicina* появилось последние годы сукцессии.



**Рис.6. Виды растительных сообществ в псаммосери**

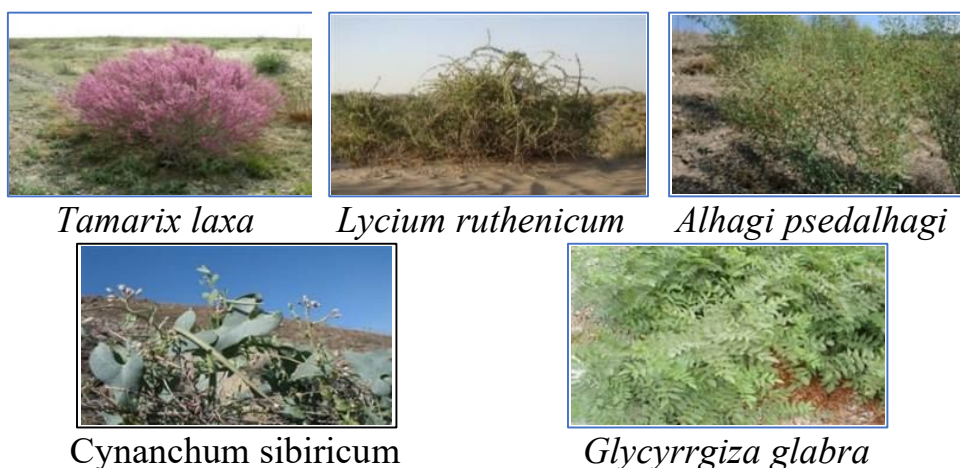
**Галосерия.** Это развитие растительности, которое происходит в условиях сильного засоления почвогрунтов и грунтовых вод, этот тип сукцессии наиболее распространен по всему побережью Арала (рис.7). Динамика проективного покрытия: *Salicornia europaea* от 30% до 0,1%, *Tamarix laxa* от 0,2% до 1,5%, *T. hispida* от 0,5 до 2,0%, *L. serriola* от 0,2% до 0,4%, *SCynanchum sibiricum* от 0,2% до 1,0%, *Atriplex pratovii* от 0,1% до 2,0%, *Eremopyrum orientale* от 0,2% до 0,1%, *Gypsophila perfoliana* от 0,3% до 0,2%, *Atriplex sphaeromorpha* от 0,2% до 0,3%, *Aehuropus littoralis* от 0,2% до 0,1%, *Suaeda crassifolia* от 0,2% до 0,1%, *Suaeda acuminata* от 0,3% до 0,1%, *Kahdium fohatum* от 0,1% до 40%, *Senecio noeanus* от 8,0% до 0,1%, *Polygonum aviculare* от 5,0 до 0,1%, *Lactuca tatarica* от 8,0 до 1,0%, *Lycium ruthenicum* от 0,5 до 0,1%, *Limonium otolepis* от 0,5 до 0,1%, *Phragmites australis* от 0,4 до 0,1%, *Frankenia hirsute* от 0,2 до 0,1%, *Tamarix ramosissima* от 0,5 до 0,1%, *Karelinia caspia* от 0,3 до 0,1%, *Climacoptera aralensis* от 2,0 до 1,0%, *Petrosimania triandra* от 1,5 до 0,1%, *Salsola anustralis* от 0,3 до 0,1%, *Halostachys belangeriana* от 0,1% до 15%, *Climacoptera lanata* от 0,1% до 7%, *Halocnemum srtobilaceum* от 0,1% до 40%.



**Рис.7. Виды растительных сообществ в галосерии**

**Потамосерия.** Этот тип характеризует формирование тугайной растительности, к нему относятся тамариковые и дерезовые сообщества (рис.8). Динамика проективного покрытия: *Tamarix laxa* от 60% до 30%, *Pragmites australis* от 0,5% до 2,0%, *Salsola panilseni* от 0,1% до 1,0%, *Coryspermum hyssopifolium* от 0,1% до 0,5%, *Senesio noeanus* от 3,0% до 0,1%, *Anisantha tectorum* от 0,1% до 1,0%, *Calamagrostis dubia* от 0,5% до 2,0%, *Calligonum crispatum* от 0,1 % до 0,5 %, *Stipagrostis pennata* от 2,0% до 1,0%, *Lactuca tatarica* от 2,0% до 1,0%, *Atriplex pratovii* от 0,3 до 0,1%, *Aeluropus littoralis* от 5,0 до 0,5%, *Alhagi psedalhagi* от 5,0 до 0,5%, *Lycium ruthenicum* от 1,0% до 15,0%, *Cynanchum sibiricum* от 0,1% до 0,5%, *Karelinia caspia* от 1,0% до 5,0%, *Astragalus brachypus* от 0,2% до 0,5%, *Eremospartom ahyllum* от 0,1% до 0,5%, *Gypsophila perfoliate* от 0,1% до 0,5%, *L.Serriola* от 0,1% до 0,5%.

Некоторые виды растения как *Tamarix hipida*, *Salsola nitraria*, *S.australis*, *Limonium otolepus*, *Glycyrrgiza glabra* появилось последние годы сукцессии.



**Рис.8. Виды растительных сообществ в потамосерии**

Тщательный анализ динамики проективного покрытия фитоценозов на полосах осушения разных десятилетий показал, что при исследовании многолетней динамики РП на ОДА в зависимости от солевого параметра можно идентифицировать РП только общим проективным покрытием (ОПП)  $\delta_f$  без видовых различий. Были выполнены два варианта расчетов:

1) при предположении, что единственным фактором динамики фитоценоза на ОДА является засоленность почв  $S_{ПС}$  с использованием уравнения

$$\delta_f(T,t) = -0,0002(S_{ПС})^3 + 0,0334(S_{ПС})^2 - 2,0651S_{ПС} + 100 \quad (3.1)$$

2) с учетом влияния ветрового выноса солей  $V$  на деградацию растительного покрова путем импульверизации солевыми частицами надкорневой части растений с использованием уравнения

$$\delta_f(T,t) = -0,0002(S_{ПС})^3 + 0,0334(S_{ПС})^2 - 2,0651S_{ПС} + 100 - \Delta\delta_f(V) \quad (3.2)$$

Динамика проективного покрытия ОДА в зависимости от засоленности ПС для западной и восточной части ОДА

$$\text{З.Ч: } \delta_f = -0,021 S_{ПС}^2 - 1,562 S_{ПС} + 75,713 \quad (3.3)$$

$$\text{В.Ч: } \delta_f = 0,0199 S_{ПС}^2 - 2,5978 S_{ПС} + 80,389 \quad (3.4)$$

Динамика проективного покрытия ОДА в зависимости от ВС для западной и восточной части ОДА

$$\text{З.Ч: } \Delta\delta_f(V) = 7,5284\ln(V) + 1,9026 \quad (3.5)$$

$$\text{В.Ч: } \Delta\delta_f(V) = 8,5456\ln(V) - 3,76 \quad (3.6)$$

В целом, результаты моделирования показали, что факторами многолетней динамики ОПП растительного покрова являются засоленность почв (91%) и ветровой вынос солей (9%). Уравнение тренда на графике выражает воздействие указанных модельных характеристик ПС на динамику РП, т.е. связь ПС→РП. Ратификация результатов моделирования по имеющимся фактическим данным по ОПП на ОДА показала адекватность модели реальности (средняя невязка 4,76%).

Во втором разделе главы изложена модель «РП→ПС» влияния растительного покрова на вынос солей, т.е. ослабление растительным покровом ветрового выноса солей с осушенного дна. Воздействие РП на ВС определяется уменьшением мощности источника солей  $\Delta F$ , обусловленным уменьшением скорости ветра в растительном слое. Для вычисления степени ослабления ветра растительным покровом применяется формула:

$$u_r = 0,83\delta_f c_{hh}^{0,5} u_a + (1 - \delta_f) u_a \quad (3.7)$$

здесь  $u_a$  – фоновая скорость ветра,  $c_{hh}$  – коэффициент теплообмена на верхней границе слоя растительности -0,023 Вт/м.К.

Вычислив  $\Delta F = F(u_a) - F(u_r)$  по формуле (3.7) получим величину уменьшения мощности пылеиспускания подстилающей поверхности (мг/с м<sup>2</sup>). Умножая  $\Delta F$  на время продолжительности пылевой бури  $T_6$  (в среднем 7 часов), получим уменьшение  $\Delta V$ с единицы площади растительным слоем с ОПП  $\delta_f$  во время одного случая пылевой бури:

$$\Delta V(T_6) = T_6 \Delta F \quad (3.8)$$

Годовой эффект РП ослабления выноса солей в Т-м году N-го десятилетия вычисляется по формуле:

$$\Delta V_T(N, T) = \Delta F(N, T) T_9(N, T) S_{oc}(N, T) \quad (3.9)$$

где  $T_9(N, T)$  – годовое количество времени энергоактивных скоростей ветра в Т-м году N-го десятилетия, осушившаяся в том же году площадь.

Уменьшение выноса солей растительным слоем в течение одной солевой бури

$$\Delta V_6 = -1,8885\delta_f^2 + 4,9113\delta_f + 0,0127 \quad (3.10)$$

Годовой эффект РП ослабления выноса солей по десятилетиям

$$\Delta V_T = -0,2657\delta_f^3 - 4,4956\delta_f^2 + 19,953\delta_f - 15,467 \quad (3.11)$$

Уравнения трендов (3.10) и (3.11) является искомым аналитическим выражением в неявном виде связи «РП→ПС» - влияния растительного покрова на вынос солей.

Четвертая глава «Синтез модели геосистемы «Арал-61+» и тенденции развития геосистемы» является результирующей. В ней приведен алгоритм синтеза модели «Арал-61+», результаты ее реализации, разработанный метод оценки эффективности ПАВ и прогноз на 2030г. состояния геосистемы

«Арал-61+». Синтез аналитического описания модели «Арал-61+» состоит в объединении моделей «ПС↔РП» и «А↔ПС» и связывающих их уравнений взаимодействий компонентов геосистемы, полученных в ходе реализации этих подмоделей. Таким образом, модель «Арал-61+» состоит из двух блоков: блока динамики характеристик компонентов геосистемы «Арал-61+» и блока взаимодействий компонентов.

Реализация синтезированной модели «Арал-61+» заключается в поэтапной сшивке результатов реализации моделей «ПС↔РП» и «А↔ПС» для десятилетних полос осушения. Таким образом создается общая картина геосистемы для всех десятилетий периода моделирования, включающая пространственную динамику засоленности ОДА; пространственную динамику ОПП РП; оценку общего выноса солей со всей ПС; степень взаимодействий ПС↔РП и А↔ПС. Результаты реализации модели «Арал-61+», отображающие агрегированную, общую картину состояния геосистемы на 1970, 1980, ...2020гг. представлена в табл.1.

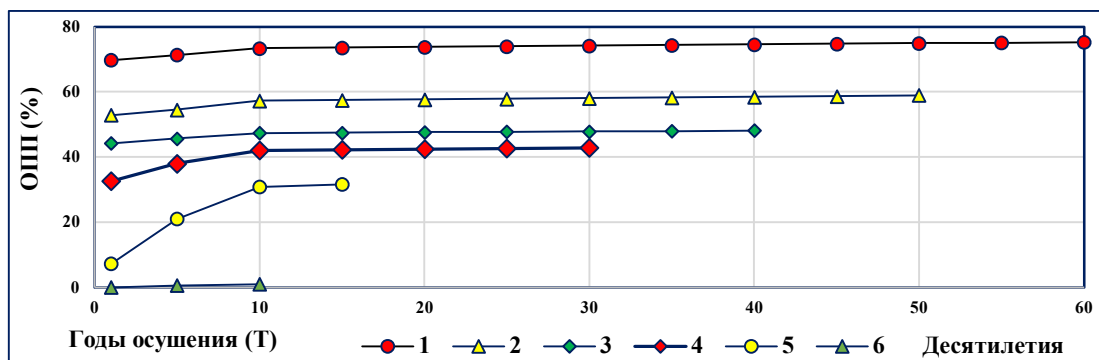
Таблица 1

	Ед.изм		годы					
			1970	1980	1990	2000	2010	2020
Засоленность ОДА	В.Ч	кг/м <sup>2</sup>	4,1	7,3	14,5	26,1	43,8	81,6
	З.Ч	кг/м <sup>2</sup>	3,1	6,8	12,3	17,5	23,6	34,1
ОПП	В.Ч	%	70,2	57,4	47,7	23,3	0,8	0
	З.Ч	%	74,9	58,5	47,8	42,4	7,3	0,2
Соленость воды	В.Ч	г/л	14	18	32	92	220	350
	З.Ч	г/л	14	18	32	63	108	130
Вынос солей ОДА	млн.тонн.год		1,8	4,6	11,5	29,1	84,7	128,4
Площадь акватории	тыс.км <sup>2</sup>		59,0	49,0	38,2	25,3	14,2	6,8
Площадь ОДА	тыс.км <sup>2</sup>		9,9	19,9	30,7	43,6	54,7	62,1
Площадь солончаков	тыс.км <sup>2</sup>		0,44	1,12	2,38	4,10	6,99	9,77

Засоленность почвогрунтов ОДА главным образом зависит от депозита водорастворимых солей при регрессии моря, вклад которого растет от 50% в первом десятилетии до 90% в последнем десятилетии, и в среднем на 11,6 % от капиллярного подъема солей из минерализованных грунтовых вод.

Пространственная динамика ОПП РП тесно связана с динамикой засоленности ОДА. Рассоление старых осушек к 2020г. обуславливает хорошее зарастание (ОПП местами достигает 70%). По мере уменьшения времени осушек ОПП фитоценозов резко уменьшается до нуля на осушенном побережье последних лет (рис.9).

Общий вынос солей со всей ПС растет по экспоненте соответственно динамике засоленности ОДА. Рост общего выноса солей даже при некотором наблюдаемом снижении энергоактивности ветра в Приаралье, объясняется ростом засоленности ОДА и площадей солончаков, а также уменьшением ОПП РП, сдерживающего ВС.



**Рис.9. Динамика ОПП западной части ОДА от времени осушения**

Результаты исследования существенно уточняют и дают конкретную цифровую и аналитическую информацию о динамике ВС за период 1961-2020гг. Моделирование намеренно проводилось при предположении отсутствия антропогенного вмешательства (Кокаральская плотина, водоемы, лесопосадки, спуски коллекторно-дренажных вод), т.е. исследовались механизмы естественной эволюции ОДА, с тем чтобы при сравнении модельных и фактических данных получить цифровую информацию насколько уменьшилась засоленность почвогрунтов, увеличилось ОПП и уменьшился вынос солей в результате указанных воздействий.

В третьем разделе изложено, практическое приложение полученных результатов реализации модели «Арал-61+», метод оценки эффективности положительных антропогенных воздействий (ПАВ) на ОДА в отношении ослабления ВС. К ПАВ отнесены искусственные водоемы – Муйнакский, Рыбачий и Джылтырбас, сооружение Кокаральской плотины и коллекторов КС-4 и лесопосадки. Поскольку с увлажненной почвы, равно как с водной поверхности, не происходит ВС, водоспуски с Кокаральской плотины и коллекторов, питая Центральный Арал, отчасти Тще-Бас и восточную часть Большого Арала, полностью предотвращают вынос солей с территорий, обводняемой ими.

Разработанный метод расчетов эффективности ПАВ на ОДА заключается в следующем:

- 1) определении для каждого расчетного периода засоленности почвогрунтов, ОПП, годового объема ВС (результаты моделирования), площадей ПАВ, ОПП растительного покрова на лесопосадках и соответствующего для этого ОПП годового объема ВС;
- 2) вычислении разницы годового объема ВС (млн.т/год) с площадей лесопосадок и с этих же площадей при их отсутствии (модельные данные), которая и дает количественное выражение эффективности фитомелиорации;
- 3) определении эффективности созданных на ОДА водоемов, сбросов Кокаральской плотины и коллекторно-дренажных вод, которая стопроцентна и равна годовому объему ВС (модельные данные) с площадей, обводняемых ими.

Реализация этого метода показала, что к примеру, в 2019 году, когда площадь лесопосадок была равна 483000 га, общий вынос солей с ОДА по сравнению с модельными данными уменьшился с этих территорий на 16,1

млн.т/год. Сдерживание ВС водоемами Муйнакский, Рыбацкий и Жылтырбас, а также водоспусками с Кокаральской плотины и коллекторов составляет 5,78 млн.т/год. Суммируя, ПАВ в целом уменьшают вынос солей на 21,88 млн.т/год, т.е без проведенных мероприятий мы имели бы в настоящее время вынос солей в Приаралье около 127,48 млн.т.год. Для оценки развития геосистемы «Арал 61+» в четвертом разделе приведены результаты прогнозирования с помощью модели на 2030г. (табл.2). Входные параметры (сценарии) вычислялись по полученным уравнениям регрессии с тщательной экстраполяцией трендов.

Таблица 2

**Прогнозируемые на 2030г. показатели геосистемы «Арал 61+»**

Характеристики геосистемы «Арал 61+»		Относительно благополучный вариант	Максимально неблагоприятный вариант
Соленость воды	В.Ч	370 г/л	460 г/л
	З.Ч	140 г/л	175 г/л
Площадь акватории		6,1 тыс.км <sup>2</sup>	5,44 тыс.км <sup>2</sup>
Площадь ПАВ		8,7 тыс.км <sup>2</sup>	5,1 тыс.км <sup>2</sup>
Площадь ОДА		62,8 тыс.км <sup>2</sup>	63,46 тыс.км <sup>2</sup>
Площадь пухлых солончаков		18,9 тыс.км <sup>2</sup>	20,7 тыс.км <sup>2</sup>
Засоленность ОДА		114,8 кг/м <sup>2</sup>	128,6 кг/м <sup>2</sup>
Вынос солей		94,6 млн.тонн.год	134,8 млн.тонн.год
Снижение ОПП в среднем по ОДА		до 37,3%	до 29,7 %

На основании полученных результатов по диссертационной работе «Количественная оценка солевого параметра динамики осушенного дна Аральского моря» получены следующие выводы.

### ВЫВОДЫ

1.Взаимовлияние солености морской воды, ВС и засоления ПС выражается в положительных обратных связях, препятствующих стабилизации процессов перераспределения солей в геосистеме Арала и осушенного дна.

2.Определяющим засоление ОДА процессом является депозит водорастворимых солей при регрессии моря, вклад которого растет от 50% в первом десятилетии до 90% в последнем десятилетии. Следствием этого является положительная динамика влияния ветрового выноса солей и с 1,8 млн. т/год в 1 десятилетии до 128,4 млн.т/год в последнем десятилетии.

3.Формирование растительности на ОДА зависит от увеличивающейся засоленности почв и от выноса солей. Происходит снижение ОПП фитоценозов на данной территории с нарастающими темпами.

4.По результатам моделирования снижение с течением времени эффекта растительного покрова в ослаблении выноса солей в связи с уменьшением проективного покрытия, объясняется преобладанием темпов засоления почв ОДА над темпами зарастания.

5. Разработанная методика оценки эффективности антропогенных воздействий на ОДА в отношении сдерживания выноса солей с использованием модели «Арал 61+» позволила рассчитать, что искусственно обводняемые территории в совокупности уменьшают вынос солей на 5,78 млн т/год, лесопосадки в совокупности уменьшают вынос солей на 16,1 млн т/год. В целом положительные антропогенные воздействия в последних двух десятилетиях уменьшали вынос солей на 17-20%.

6. Результаты исследования существенно уточняют и дают конкретную цифровую и аналитическую информацию о динамике за период 1961-2020 гг. геосистемы Арала и осушенного дна.

7. В целом геосистема Аральского моря и осушенного дна представляет собой яркий пример экосистемы, находящейся в кризисных условиях, с солевым параметром управления, как главным фактором эволюции этой экосистемы.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSC.02/30.04.2021.B.79.01 ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREES AT THE KARAKALPAK SCIENTIFIC  
RESEARCH INSTITUTE OF NATURAL SCIENCES**

---

**KARAKALPAK SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF NATURAL  
SCIENCES**

**KUBLANOV JALGASBAY JUMABAEVICH**

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE SALT PARAMETER OF THE  
DYNAMICS OF THE DRAINED BOTTOM OF THE ARAL SEA**

**03.00.10 – Ecology**

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

**Nukus - 2023**

**The theme of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the registration number B2020.4.PhD/B526**

The dissertation has been prepared at the Karakalpak Research Institute of Natural Sciences KKB AS RUz.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian, English (resume) languages on the web page of the Scientific Council [www.aknuk.uz](http://www.aknuk.uz) and on the information educational portal «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

<b>Scientific supervisor:</b>	<b>Tleumuratova Bibigul Saribaevna</b> Doctor of physical and mathematical sciences, senior researcher
<b>Official opponents:</b>	<b>Ajiev Alisher Baxtibaevich</b> Doctor of biological sciences (DSc), associate professor <b>Murodov Shuxrat Odilovich</b> Doctor of technical sciences, professor
<b>Leading organization:</b>	<b>Khorezm Mam'un Academy</b>

The defense of the dissertation will take place on « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 year \_\_\_\_ at the meeting of the scientific council Ph.D.29.12.2018.B.79.01 at the Karakalpak scientific research institute of natural sciences at the following Address: 230100, Nukus city, Berdakh boulevard. 41 (3th floor of the building of the Karakalpak scientific research institute of natural sciences). Phone: (+99861) 222-17-44. e-mail: [info@aknuk.uz](mailto:info@aknuk.uz).

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of Karakalpak scientific research institute of natural sciences (registration number № \_\_\_\_).

Abstract of dissertation is distributed on « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 year.

(Protocol at the register \_\_\_\_ on « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 year).

**Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna**  
Chairman of the scientific degrees  
awarding scientific council, Professor

**Utemuratova Gulshirin Najimatdinovna**  
Scientific secretary of the scientific degrees  
awarding scientific council, PhD

**Matchanov Azat Taubaldievich**  
Chairman of the scientific seminar  
of scientific degrees awarding council, DSc.

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to quantify the salt parameter of the dynamics of the drained bottom of the Aral Sea.

**The object of the research work** is the Aral Sea, the drained bottom and the vegetation cover on the drained bottom of the Aral Sea are the integral components of the dynamic geosystem "island 61+".

**Scientific novelty of the research:** is as follows:

for the first time, the Aral Sea, post-basement land, phytocenoses and salt exchange processes between them were revealed by modeling and system analysis methods as a single geostructure;

the regularities of the evolution of the vegetation cover of the drained bottom of the Aral Sea depending on the salinity of the post-basement land and the removal of salts are revealed;

a method has been developed for quantifying the effect of vegetation cover on the wind removal of salts depending on the total projective cover;

a method for evaluating the effectiveness of anthropogenic impacts on the drained bottom of the Aral Sea has been developed.

**Implementation of the research results:** Based on the results obtained on modeling the salt parameter of the dynamics of the dried bottom of the Aral Sea:

the developed methods of quantitative assessment of the relationship between salt removal and vegetation cover on the drained bottom of the Aral Sea have been introduced into the practical activities of the Committee on Ecology and Environmental Protection of the Republic of Karakalpakstan in the development of action programs in the field of environmental safety and environmental protection of the Southern Aral region (Reference of the Committee on Ecology and Environmental Protection of the Republic of Karakalpakstan No. 02-220 of "January 25, 2022). As a result, digital indicators became possible when developing measures to reduce the negative impact of the drying of the Aral Sea on the environment;

the obtained data on the ecological features of the spatial-temporal distribution and the dynamics of vegetation cover have been introduced into the activities of the Forestry Committee of the Republic of Karakalpakstan. (Certificate of the Forestry Committee of the Republic of Karakalpakstan No. 2-443 dated July 22, 2022). As a result, it became possible to increase the efficiency of planning activities for forest plantations on the drained bottom of the Aral Sea.

**The structure and size of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, four chapters, a conclusion, a list of the used literature and appendixes. Total amount of the dissertation is 109 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Кубланов Ж.Ж., Тлеумуратова Б.С., Мустафаева Р. Математическая модель динамики солевого параметра Аральского моря и осушившегося дна // Журнал Вестник ККО АН РУз. – Нукус, 2020. № 1. – С.16-20. (03.00.00, № 10).
2. Tleumuratova B.S., Kublanov J.J., Kochkarova S.A., Mambetullaeva S.M. Modeling of the Processes of Formation and Development of Phytocenoses of the Dried Bottom of the Aral Sea // International Journal of Science and Research (IJSR).- Volume 9 Issue 10. – 2020.P. 1066-1071.- (ResearchGate Impact Factor: 0.28, SJIF: 7.583)
3. Tleumuratova B.S., Kublanov J.J., Kochkarova S.A., Mambetullaeva S.M. Mathematical Model of Long - Term Dynamics of Phytocenoses in the Eastern Part of the Dry Bottom of the Aral Sea // International Journal of Science and Research (IJSR).- Volume 9 Issue 11. – 2020.P. 62-465.- (ResearchGate Impact Factor: 0.28, SJIF: 7.583)
4. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж., Кочкарова С.А., Мамбетуллаева С.М. Моделирование эволюции фитаценозов осушенного дна Аральского моря // журнала Доклады Академии наук Республики Узбекистан (ДАН). Ташкент, 2020. № 5. – С.81-85. (03.00.00, № 10).
5. Tleumuratova B.S., Kublanov J.J. Long-term dynamics of impact of salt removal from the drained bottom of the Aral Sea on water salinity // Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation. - Volume 32 Issue 3. – 2021. P. 30307-30323.
6. Кубланов Ж.Ж. Моделирование влияния выноса солей на соленость воды Аральского моря // Журнал Вестник ККО АН РУз. – Нукус, 2021. № 3. – С.67-72. (03.00.00, № 10).
7. B.S. Tleumuratova, Zh.Zh. Kublanov, S.M. Mambetullaeva. Modeling of the Long-Term System Dynamics of Salt Removal of Wind and Plant Cover on the Dry Bottom of The Aral Sea // Journal of Positive School Psychology. - Volume 6 № 6. – 2022. P. 1630-1638.
8. Кубланов Ж.Ж., Тлеумуратова Б.С. Некоторые вопросы развития фитоценозов на осушенном дне Аральского моря // Журнал Вестник ККО АН РУз. – Нукус, 2022. № 3. – С.69-75. (03.00.00, № 10).
9. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж. Количественная оценка воздействия выноса солей с осушенного дна Аральского моря на соленость воды // журнала Доклады Академии наук Республики Узбекистан (ДАН). Ташкент, 2022. № 2. – С.78-81. (03.00.00, № 10).
10. Кубланов Ж.Ж., Тлеумуратова Б.С. Динамика засоленности осушенного дна Аральского моря как функция увеличения солености воды // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2022. 11(101). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14418>, ноябрь, 2022г.
11. Кубланов Ж.Ж., Тлеумуратова Б.С. Оценка эффективности антропогенных воздействий на осушенном дне аральского моря по

ослаблению выноса солей // *Universum: химия и биология: электрон. научн. журн.* 2023. 2(104). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14961>. с.15–21.

## II бўлим (II часть; II part)

12. Кубланов Ж.Ж. - Пространственная динамика Аральского моря и осушившегося дна // *Материалы Республиканской научно-практической конференции «Наука и инновации в современных условиях Узбекистана».* – Нукус, 2020. – С.18-19.

13. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж., Кочкарова С.А. Моделирование флористической динамики осушенного дна Аральского моря // *Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана природных ресурсов Южного Приаралья».* – Нукус, 2020. – С.189-190.

14. Тлеумуратова Б.С., Кучкарова С.А., Кубланов Ж.Ж., Мамбетуллаева С.М. Математическое моделирование формирования фитоценоза на осушенном дне Аральского моря // *Сборник статей Международной научной и научно-технической конференции «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в сфере охраны окружающей среды».* – Ташкент, 2020. – С.33-35.

15. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж. Математическая модель эволюции фитоценозов восточной части осушенного дна Аральского моря // *Сборник статей XXXIV Международной научно-практической конференции.* – Москва (Россия), 2021. – С.33-35.

16. Тлеумуратова.Б.С, Кубланов Ж.Ж. Моделирование усыхания Аральского моря и его последствия // *Colletions of scientific works international scientific-online conference on innovation in the modern education system.* - Part 4 Issue 1. – 2021. P. 332-336.

17. Кубланов Ж.Ж. Динамика влияния выноса солей с осушенного дна аральского моря на соленость воды // *Сборник статей XXV Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования актуальные вопросы, достижения и инновации».* – Пенза (Россия), 2022. – С.45-49.

18. Кубланов Ж.Ж., Тлеумуратова Б.С., Уразымбетова Э.П. Многолетняя динамика влияния солености воды аральского моря на засоленность осушенного дна // *Сборник материалов Международной научно-практической конференции (Грозный, 25 – 26 ноября 2022 г.).* – Грозный: Издательство ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», 2022 – С.97-100.

19. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж. Моделирование роли растительного покрова на удержание ветрового выноса солей на осушенном дне Аральского моря // *Материалы III Международной научно-практической интернет-конференции «Мелиорация как драйвер модернизации АПК в условиях изменения климата» 26-28 апреля 2022 г. г. Новочеркасск.* – С. 308-310.

20. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж., Урумбаев А.Е. Особенности лесонасаждения для пересеченных рельефов осушенного дна Аральского моря // Материалы X Республиканской научно-практической конференции «Рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья», Нукус, 22-23 ноября, 2022 г. – С. 139-142.
21. Тлеумуратова Б.С., Кубланов Ж.Ж., Урумбаев А.Е. Количественная оценка процессов, связанных с фитомелиорацией осушенного дна Аральского моря // Сборник материалов II Международной научно – практической конференции «Обеспечение устойчивого развития в контексте географии, зеленой экономики, экологии и туризма». – Актубе, 2022. – С.175-181.

Avtoreferat O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Qoraqalpog'iston bo'limining «Axborotnomasi» tahririyatida tahrirdan o'tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 22.08.2023-yil  
Bichimi: 60x84<sup>1/16</sup>, "Times New Roman"  
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.

Shartli bosma tabog'i 2,8. Adadi 100. Buyurtma: № 207

Tel: (99) 3832 99 79; (99) 817 44 54

Guvohnoma reestr № 10-3279

"IMPRESS MEDIA" MCHJ bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko'chasi, 6 uy.