BOTANIKA INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M RAQAMLI ILMIY KENGASH

BOTANIKA INSTITUTI

POLVONOV FARRUX ISMOILOVICH

LANDSHAFT INTERFERENSIYASI SHAROITIDA OROL DENGIZI QURIGAN TUBI O‘SIMLIKLAR QOPLAMINING TUZILISHI VA DINAMIKASI

03.00.05 – Botanika

BIOLOGIYA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

UO‘T 581.5:581.6 (575.13)

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Polvonov Farrux Ismoilovich
Landshaft interferensiyasi sharoitida Orol dengizi qurigan tubi o‘simliklar qoplamining tuzilishi va dinamikasi……..…… 3

Полвонов Фаррух Исмоилович
Структура и динамика растительности осушенного дна Аральского моря в условиях ландшафтной интерференции…… 19

Polvonov Farrukh Ismoilovich
Structure and Dynamics of Vegetation on the Desiccated Bed of the Aral Sea under Conditions of Landscape Interference..... 37

E’lon qilingan ishlar ro‘yxati
Список опубликованных работ
List of published works..... 40

BOTANIKA INSTITUTI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M RAQAMLI ILMIY KENGASH

BOTANIKA INSTITUTI

POLVONOV FARRUX ISMOILOVICH

LANDSHAFT INTERFERENSIYASI SHAROITIDA OROL DENGIZI QURIGAN TUBI O‘SIMLIKLAR QOPLAMINING TUZILISHI VA DINAMIKASI

03.00.05 – Botanika

BIOLOGIYA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2026.2.PhD/B1797 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya ishi Botanika institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi (www.botany.uz) hamda «Ziyonet» axborot-ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	**Adilov Behzod Abdullayevich** biologiya fanlari doktori, katta ilmiy xodim
Rasmiy opponentlar:	**Ebel Aleksandr Leonovich** biologiya fanlari doktori, professor
	Tajetdinova Dilorom Mnajatdinovna biologiya fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim
Yetakchi tashkilot:	**Qarshi davlat universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Botanika instituti huzuridagi DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M raqamli Ilmiy kengashning 2026 yil «27» noyabr kuni soat 14^{00} dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 100125, Toshkent shahri, Do‘rmon yo‘li ko‘chasi, 32-uy. Botanika instituti majlislar zali. Tel.: (+99871) 262-37-95, faks (+99871) 262-79-38, E-mail: botany@academy.uz).

Dissertatsiya bilan Botanika instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (91 raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100125, Toshkent shahri, Do‘rmon yo‘li ko‘chasi, 32-uy, Tel.: (+99871) 262-37-95.

Dissertatsiya avtoreferati 2026 yil «10» noyabr kuni tarqatildi.

(2026 yil «10» noyabrdagi 30-raqamli reestr bayonnomasi).

K.Sh. Tojibayev
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy Kengash raisi, b.f.d., akademik

A.V. Maxmudov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy Kengash Ilmiy kotibi, PhD, katta ilmiy xodim

X.F. Shomurodov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy Kengash qoshidagi Ilmiy Seminar raisi, b.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Dunyo miqyosida iqlim o‘zgarishi va antropogen ta’sirning kuchayishi sharoitida arid hududlardagi tabiiy ekotizimlar transformatsiyasi muammolari dolzarblik kasb etmoqda. Turg‘unligi yo‘qolgan ekotizimlarni tiklash va ularni barqaror boshqarishga qaratilgan ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqishda geomorfologik, gidrologik va edafik jarayonlar o‘zaro tutashgan sharoitda shakllanadigan o‘simlik qoplamining tuzilishi va dinamikasini anglash alohida ahamiyatga ega bo‘lib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, fitosenozlar mozaikligi va suksessiya trayektoriyalarining ko‘p variantliligini belgilaydigan landshaft interferensiyasi mexanizmlarini aniqlash o‘simlik qoplamining barqarorligini baholashda dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Jahon amaliyotida transformatsiyaga uchragan hududlardagi o‘simlik qoplamining holatini tahlil qilish va uning keyingi dinamikasini prognozlashda suksessiya jarayonlarining xarakteri va tabiiy muhit tuzilishidagi o‘zgarishlarini o‘zida aks ettiruvchi fitosenozlarning makon-vaqt uyushmalarida tashkil topishi masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda. Shunga ko‘ra, landshaft va gidroekologik sharoitlar keskin o‘zgargan hollarda shakllanadigan o‘simlik qoplamining tuzilishi va makon differensiatsiyasi xususiyatlarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi. Orol dengizining qurigan tubi (ODQT) cheklangan makonda qumli akkumulyativ yuzalar, sho‘rxok depressiyalar, qoldiq gidromorf uchastkalar hamda faol eol qayta ishlangan zonalar o‘zaro uyg‘unlashgan noyob neo-hududni ifodalaydi. Bunday kontrast tabiiy sharoitlar uyg‘unligi o‘simlik qoplamining mozaik tuzilishi va suksessiya trayektoriyalarining ko‘p variantliligini shakllantiradi. Shu jihatdan, landshaft interferensiyasi ta’siri ostida ODQT o‘simlik qoplami dinamikasi qonuniyatlarini aniqlash iqlimning qurg‘oqchillashuvi sharoitida ekotizimlar transformatsiyasi mexanizmlarini anglash hamda o‘simlik qoplamini muhofazalash va tiklashga qaratilgan ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqishda muhim o‘rin tutadi.

Hozirgi kunda respublikamizda iqlim o‘zgarishi va antropogen ta’sirning kuchayishi natijasida transformatsiyaga uchragan ekotizimlarni saqlash, tiklash va ulardan barqaror foydalanish masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, yaylov resurslari holatini baholash, o‘rmonlarni tiklash tadbirlarini kengaytirish, shuningdek Orol dengizining qurishi bilan bog‘liq salbiy oqibatlarni yumshatishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish bo‘yicha salmoqli natijalarga erishildi. O‘zbekiston Respublikasini 2022–2026 yillarda yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasida[1] «… Markaziy Osiyoda ekologiya, atrof-muhit ifloslanishining oldini olish va tabiatni muhofaza qilish sohasida hamkorlikni yangi bosqichga olib chiqish»ga qaratilgan ustuvor vazifalar belgilab berilgan. Belgilangan vazifalardan kelib chiqqan holda, jumladan, ODQT o‘simlik qoplamining tuzilishi va dinamikasini o‘rganish, landshaft interferensiyasi mexanizmlarini aniqlash, shuningdek ekologik xatarlarni kamaytirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF–60-son «Yangi O‘zbekistonni 2022–2026 yillarda rivojlantirish strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni.

2022 yil 28 yanvardagi PF–60-son «Yangi O‘zbekistonni 2022–2026 yillarda rivojlantirish strategiyasi to‘g‘risida» gi va 2023 yil 23 noyabrdagi PF–199-son «Respublikada ko‘kalamzorlashtirish darajasini yanada oshirish hamda umummilliy “Yashil makon” loyihasini izchil amalga oshirish orqali ekologik barqarorlikni ta’minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Farmonlari, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022 yil 18 yanvardagi 31-son «Orol dengizining qurigan tubida va Orolbo‘yi hududida “yashil qoplama” - himoya o‘rmonzorlarini barpo etish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi qarori hamda boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga 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. Orol dengizining qurigan tubi ilmiy adabiyotlarda (Wucherer, 1990; Wucherer & Breckle, 2001; Dimeeva, 2007; Gerasimov va boshq., 1983) birlamchi suksessiya va yangi ekotizimlar shakllanishining noyob model hududi sifatida qaraladi.

Alohida yetakchi abiotik omillar bo‘yicha keng qamrovli dalillar bazasi shakllantirilgan. Sho‘rlanish makon–vaqt mobaynida o‘zgaruvchan va qaytar xususiyatlarga ega suksessiya trayektoriyalarning dinamik regulyatori sifatida qaraladi (Zihao, 2024; Shrivastava & Valenzuela, 2022; Reza, 2024; Khasanov, 2023; Li, 2018; Shokri, 2024). Sho‘rlanish rejimi mikrorelef, gidrologik rejim va antropogen transformatsiyaning o‘zaro uyg‘unligi bilan belgilanib, o‘simlik qoplami rivojlanishining murakkab geoekologik ssenariylarini shakllantirishi (Allbed, 2013; Gamalero, 2020; Olff, 1997; Hou, 2022; Rupprecht, 2015; Wang, 2023; Liu, 2023; Pétillon, 2010) asoslangan. Tuproqlarning mexanik tarkibi substratning suv–havo rejimi, mahsuldorligi va o‘simlik jamoalarining suksessiya o‘zgarishlari yo‘nalishini belgilaydigan yetakchi omil sifatida talqin etiladi (Brady & Weil, 2008; Hillel, 2013; Breckle, 2002; Maun, 2009). Shuningdek, kapillyar namlanish, ikkilamchi sho‘rlanish va gidromorf komplekslar shakllanish sharoitlarini nazorat qilishda grunt suvlari tizimining roli alohida ta’kidlanadi (Walter & Breckle, 1991; Breckle, 2002; Breckle et al., 2012; Novikova, 1985; Dimeyeva, 2007; Chen et al., 2019; Hou, 2022; Li, 2018). Landshaft ekologiyasi doirasida makonning mozaikligi va fragmentatsiyasi suksessiyaning ko‘plab alternativ yo‘llarini shakllantirishi mumkinligi ko‘rsatilgan (Forman & Godron, 1986; Urban et al., 2007; Prach & Walker, 2011; Pulsford et al., 2016).

Shu bilan birga, ODQT o‘simlik qoplamiga oid mintaqaviy tadqiqotlarni suksessiya dinamikasidagi umumiy nazariy tasavvurlar bilan qiyoslashda muhim metodologik uzilish mavjudligini ko‘rsatadi. Floristik tarkib, jamoalar tipologiyasi va ayrim abiotik omillar rolining yetarli darajada o‘rganilganiga qaramasdan, geomorfologik, gidrologik va edafik jarayonlarning o‘zaro uyg‘unlashuvi qanday tarzda o‘simlik qoplamining barqaror makon mozaikligini va o‘zaro kesishuvchi suksessiya domenlari tizimini shakllantirishi bo‘yicha ilmiy masala hanuzgacha o‘z yechimini topmagan.

Mazkur holat landshaft interferensiyasini ODQT o‘simlik qoplamini tashkil etishdagi mustaqil tizim hosil qiluvchi mexanizm sifatida ko‘rib chiqishning dolzarbligini belgilaydi hamda alohida «suksessiya qatorlar»ni tavsiflashdan voz kechib, klassifikatsiyali, ordinatsiyali va landshaft-metrik yondashuvlarini integratsiyalash asosida makon uyushmalari va uning dinamikasini tahlil etishga o‘tish zarurligini asoslab beradi.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilayotgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Botanika institutining «Qoraqalpog‘iston Respublikasi o‘simliklar qoplami va yaylov resurslarining hozirgi holatini baholash» (2020–2024) hamda «Raqamli tabiat» (2025–2029) mavzularidagi davlat dasturlari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Orol dengizi qurigan tubida o‘simlik qoplamining shakllanishi va makon uyushmalarini tashkil topishida landshaft interferensiyasining ahamiyatini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

ODQT landshaft tuzilmalarining ko‘p yillik dinamikasini o‘rganish, ularning fragmentatsiya darajasi va landshaft interferensiyasi jarayonlarining intensivligini aniqlash;

ODQT o‘simlik jamoalarining floristik-tuzilmaviy tasnifini amalga oshirish, diagnostik o‘simlik bloklarini ajratish hamda ularning ekologik mazmuni va suksessiya seriyalaridagi o‘rnini aniqlash;

ordinatsiya tahlili asosida yetakchi ekologik gradientlarni aniqlash va noliniyali, ko‘p vektorli suksessiya jarayonlarini baholash;

ODQT tarixiy va zamonaviy o‘simlik qoplamining rivojlanishi hamda makonda o‘zgarishini belgilaydigan asosiy abiotik omillarni aniqlash;

ODQTda landshaft interferensiyasining ekotizim turlarini shakllantirish va ularning suksessiya almashinuvlariga ta’sirini baholash.

Tadqiqot obyekti Orol dengizining qurigan tubi landshaftlari va fitosenozlari hisoblanadi.

Tadqiqot predmeti o‘simlik qoplamining landshaft va tuzilish-floristik uyushmalari, shuningdek fitosenozlarning suksessiyali rivojlanish mexanizmlari va ekologik gradientlari hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Dissertatsiyada dala, geobotanik, fitosenotik, ordinatsiya, xaritalash hamda statistik usullar qo‘llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

oltita diagnostik o‘simlik blokini o‘z ichiga olgan, abiotik sharoitlarning turli kombinatsiyalari va landshaft interferensiyasi darajalarini aks ettiruvchi ODQT o‘simlik qoplamining zamonaviy tuzilish-floristik tasnifi ishlab chiqilgan;

fitosenozlarning makon uyushmalarini belgilaydigan yetakchi ekologik gradientlar aniqlangan hamda o‘simlik qoplamining zamonaviy tuzilishini belgilaydigan uch qutbli suksessiya yo‘nalishlar tizimi ochib berilgan;

ODQTda o‘simliklarning kolonizatsiya jarayonlari va turli ekotizim tiplarining shakllanishida edafik omil gradientlarining ahamiyati va dinamikasi aniqlangan;

ekoton domenlarini shakllantirib, yuqori floristik xilma-xillik va suksessiya yo‘nalishlari divergentligini ta’minlaydigan landshaft interferensiyasining eng intensiv

zonalari asoslangan;

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

fitosenozlarning beqaror (efemer, yalang ekotizimlar), nisbatan tartiblangan (neoekotizimlar) va barqaror (postekotizimlar) holatlarini tavsiflaydigan besh turdagi ekotizimlar ajratilgan va xaritalashtirilgan;

gipsofit, galofit, psammofit va to‘qay tabiiy-hududiy majmualarida tarqalgan, 36 oila, 131 turkum va 253 turni o‘z ichiga olgan ODQT floristik tarkibning raqamli ma’lumotlar bazasi yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi zamonaviy usullar va ilmiy yondashuvlar qo‘llanilishi asosida olingan natijalarning nazariy ma’lumotlar bilan muvofiqligi, aniqlangan qonuniyat va olingan xulosalarni yetakchi ilmiy nashrlarda e’lon qilinganligi, shuningdek vakolatli davlat va xalqaro tuzilmalar tomonidan amaliy natijalarning tasdiqlanganligi va amaliyotga joriy etilganligi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati o‘simlik qoplamining shakllanishida makon fragmentatsiya va landshaft metrikalar dinamikasi rolining aniqlanganligi, landshaft interferensiyasining o‘simlik qoplami uyushmalarini hosil qiluvchi mexanizm sifatida asoslanganligi, kesishuvchi edafik jarayonlar ta’sirida fitosenozlar rivojlanish qonuniyatlarining ochib berilganligi, shuningdek ekologik domenlar va ekoton zonalar kontseptsiyasini suksessiya dinamikasining yetakchi makon tugunlari sifatida rivojlantirilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati o‘rmon barpo etish uchun optimal uchastkalarni tanlash, qayta sho‘rlanish xavfini baholash va o‘simlik jamoalari holatini uzoq muddatli nazorat qilishga imkon beradigan monitoring va hududiy tiklash dasturlarini ishlab chiqish uchun asos sifatida xizmat qilishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Landshaft interferensiyasi sharoitida ODQT o‘simlik qoplamining tuzilishi va dinamikasini o‘rganish bo‘yicha olingan ilmiy-amaliy natijalar asosida:

landshaft metrikalari tizimini qo‘llash va o‘simlik bloklarini integratsiyalash asosida «Orol dengizi qurigan tubi yaylovlari xaritasi» ishlanmasi uchun patent olindi (Intellektual mulk agentligi, SAP 02340-sonli patent, 2022 yil 9 mart). Natijada, 7 sinf, 12 guruh, 18 tip va 81 ta yaylov xillarini o‘z ichiga olgan ODQT yaylovlarining tasnifini ishlab chiqish va 3 183 564 gektar maydonini qamrab olgan raqamli kartografik inventarizatsiyasini amalga oshirish imkonini bergan.

gipsofit, galofit, psammofit va to‘qay tabiiy-hududiy majmualarida tarqalgan, 36 oila, 131 turkum va 253 turni o‘z ichiga olgan ODQT floristik tarkibning raqamli ma’lumotlar bazasi Global Index of Vegetation-Plot Databases xalqaro portaliga integratsiya qilingan (GIVD, № AS-UZ-003, https://www.givd.info). Natijada, suksessiya jarayonlarini rekonstruktsiya qilish va degradatsiyaga uchragan ekotizimlar bo‘yicha raqamli global kontentni shakllantirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 25 ta ilmiy ish nashr etilgan va O‘zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining falsafa doktori dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga

tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 9 ta ilmiy maqola, jumladan, 5 ta respublika va 4 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiya hajmi 99 betni tashkil etadi.

DISSERTASIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya ishining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqotning fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi, dissertatsiya mavzusi bo‘yicha respublika va xorijiy ilmiy tadqiqotlar sharhi, muammoning o‘rganilganlik darajasi, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, tadqiqotning ob’ekti va predmeti keltirilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy etish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi to‘g‘risida ma’lumotlar bayon etilgan.

Dissertatsiyaning **«Orol dengizi qurigan tubi (ODQT) o‘simliklar qoplami tarixiy-dinamik aspektlarda: muammolar va ularni hal etishdagi yondashuvlari»,** deb nomlangan birinchi bobi ODQT o‘simlik qoplamining suksessiya dinamikasi, asosiy edafik va gidrogeomorfologik omillarning roli, shuningdek fitosenozlar tuzilishi va rivojlanishini talqin etishda landshaft interferensiyasini inobatga olish zaruratini asoslashga bag‘ishlangan.

Dissertatsiyaning **«Tadqiqot hududi. Materiallar va usullar»,** deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotda qo‘llanilgan materiallar va usullar batafsil bayon etilgan, shuningdek o‘rganilgan hududning fizik-geografik tavsifi keltirilgan.

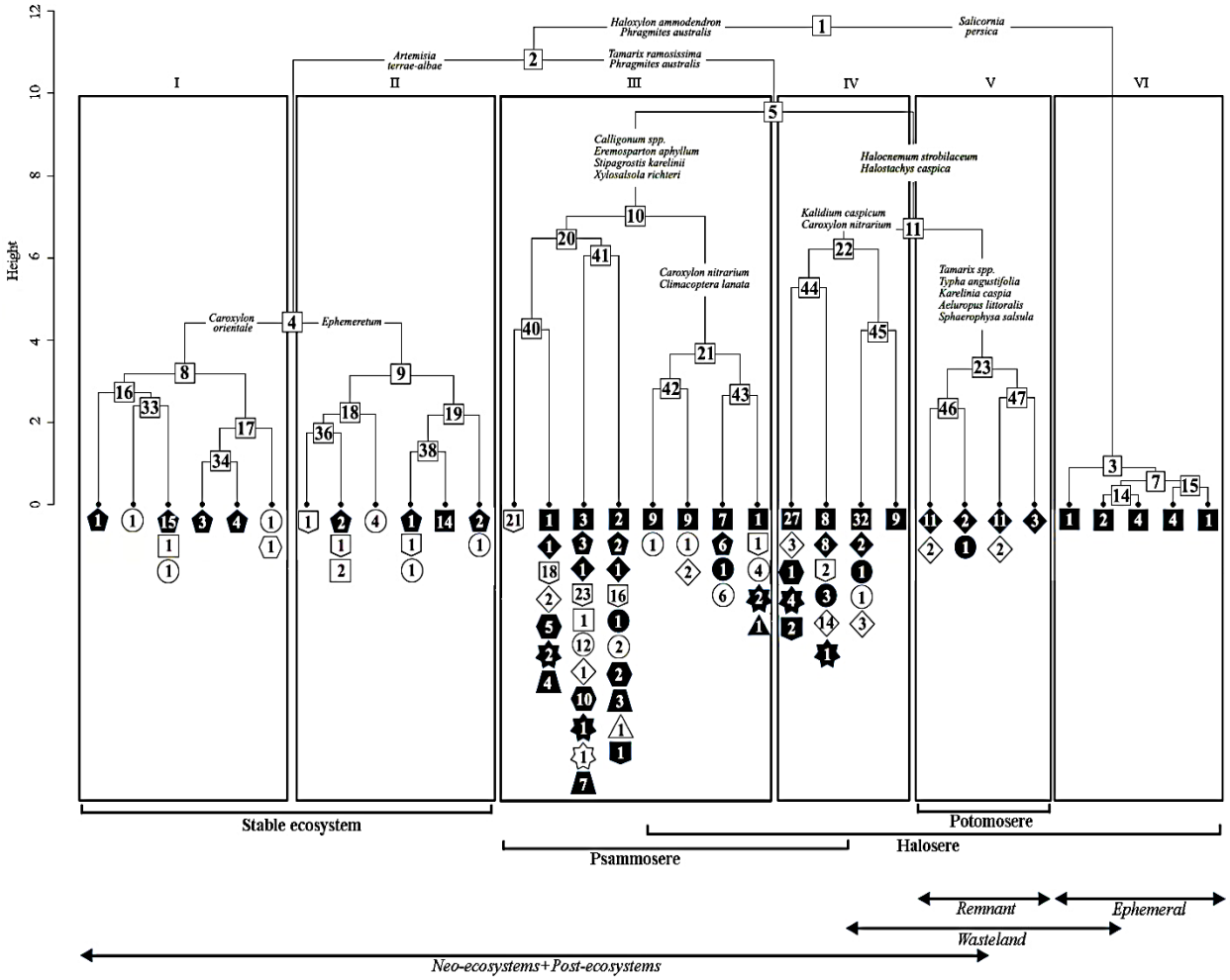
Dissertatsiyaning **«ODQT o‘simlik qoplamining landshaft-floristik tuzilmasi»,** deb nomlangan uchinchi bobida landshaft o‘lchamlarining ko‘p yillik dinamikasi tahlil qilingan, asosiy ekologik gradientlar bo‘yicha fitosenozlar tuzilishi aniqlangan hamda ularning ordinatsiya talqini amalga oshirilgan.

1980–2030 yy. oralig‘i uchun LI, DIVISION va NP indekslari asosida ODQT landshaftlari tarixiy-zamonaviy shakllanishining tahlili shuni ko‘rsatdiki, landshaftlarning rivojlanishi fragmentatsiya, mozaiklik va ular tuzilishining asinxron qayta shakllanishi bilan belgilangan kuchli fazoviy nomutanosiblik sharoitida amalga oshgan. Landshaft interferensiyasi indeksi (LI) tahlili dengiz qurishining ilk bosqichlaridagi yuqori (0.6) buzilganlikning lokal o‘choqlaridan, prognoz davrida (2022–2030 yy.) interferensiyaning keng va fazoviy jadal (0.9) kechganligini ko‘rsatdi, bu esa tabiiy komplekslar fragmentatsiyasining ortib borayotganligini aks ettiradi. Landshaftlarning bunday destabilizatsiyasi ODQT o‘simlik qoplamining ham tarixiy, ham zamonaviy davrlarda noodatiy, noliniyali shakllanish xarakteriga ega bo‘lganligini anglatadi.

Shu asosda floristik tuzilmani baholash, jamoalarning diagnostik bloklarini ajratish hamda ularning ekologik tarkibi va suksessiya qatorlaridagi o‘rnini aniqlash maqsadida o‘simlik jamoalarining eko-edafik qatorlarga mansubligi hisobga olingan holda binar tasniflash (TWINSPAN) amalga oshirildi.

ODQT o‘simlik qoplamining tasnifi tuzilmasida shakllanishi, bir tomondan, namlik va sho‘rlanish gradientlari, ikkinchi tomondan esa tuproqning mexanik tarkibi

hamda qumlarning mustahkamlik darajasi gradientining uyg‘un ta’siri ostida amalga oshadigan jami oltita jamoa bloklari ajratildi (1-rasm).



1-rasm. Asosiy suksessiya trayektoriyalari hamda ekologik gradientlarning interpretatsiyasi asosidagi ODQT o‘simlik jamoalarining ierarxiya tasnifi:

ekologik qatorlar

- galofit
- gipsofit
- potamofit
- psammofit
- psammo-potamofit
- galo-gipsofit
- galo-potamofit
- galo-psammofit
- gipso-psammofit
- galo-gipso-psammofit
- gipso-psammofit
- potamo-psammo-galofit
- potamo-galofit
- potamo-psammofit
- psammo-galofit
- psammo-gipsofit
- galo-psammo-potamofit

Bunda o‘simlik qoplamining tuzilishi loyli-sho‘rxok pastqamliklar spektriga mos keladigan ekstremal bir yillik galofit jamoalarining ustunligi (*Salicornia persica*; **VI blok**), bundan tashqari, o‘ta nam gidromorf sharoitlardan arid avtomorf tuproqlargacha bo‘lgan kontinuumni aks ettiradigan qirg‘oq-to‘qay fitosenozlaridan (*Phragmites australis*) to cho‘l komplekslarigacha (*Haloxylon ammodendron*; **I–V bloklar**) izchil o‘tish spektrini o‘z ichiga oladi.

O‘simlik qoplami tuzilishida “Vozrojdenie” oroli platformasiga o‘rnashgan, Shimoliy Turonning gipsli qumli-qumloq kulrang-qo‘ng‘ir tuproqlariga xos bo‘lgan relikt fragmentlarni ifodalaydigan quyrovuqli-shuvoqzor (*Artemisia terrae-albae*, *Caroxylon orientale*) jamoalarining **(I blok)** alohida o‘rnini ta’kidlash lozim

(1-rasm). Yuqoridagi turlardan tashqari, ushbu blokning indikatorlari sifatida *Anabasis salsa* va *Haloxylon ammodendron* bilan birgalikda bir yillik efemerlar (*Ranunculus falcatus, Fritillaria karelini*) va kserofitlar (*Ceratocarpus arenarius*) fraktsiyasi ham ishtirok etadi. Blok tuzilmasi saksovulzor va saksovulli–shuvoqzorlardan tortib shuvoqli–quyrovuqzor komplekslargacha bo‘lgan jamoalar differensiatsiyasini aks ettiradi. Ayrim efemer indikator turlarning (*Ranunculus falcatus*) mavjudligi tuproq yuzasining antropogen buzilishi bilan bog‘liq bo‘lgan o‘simlik qoplamining lokal transformatsiyaga ishora qiladi.

Artemisia terrae-albae ishtirokidagi diagnostik ajralishda **II blok,** kelib chiqishi karbonatli-gipsli bo‘lgan orolli (“Vozrojdeniya” oroli) va shleyfli (“Lazerov” oroli) landshaftlarning delyuvial yonbag‘irlari hamda mikropastqamliklarida ko‘proq tarqalgan efemerli-psammofit jamoalar (*Ephemeretum*) bilan ifodalanadi (1-rasm). Indikatorlar kompleksi *Amberboa turanica*, *Arnebia decumbens*, *Eremopyrum orientale*, *Centaurea pulchella* va *Senecio subdentatus* kabi bir yillik psammo-efemerlardan tashkil topib, ular beqaror substratlarga xos bo‘lgan psammofit efemerli-boshoqzor komplekslarni belgilaydi. Shuningdek, blok delyuvial yonbag‘irlar va akkumulyativ yuzalarda shakllangan *Eremopyrum orientale+Climacoptera lanata* kombinatsiyasi bilan ifodalanadigan sho‘rakli-efemerli-boshoqzor jamoalarni ham o‘z ichiga oladi. Galofit butalarning mavjud emasligi mazkur fitosenozlarning ekoton holatini aks ettiradi.

Tamarix ramosissima + *Phragmites australis* diagnostik kompleksi **III–V bloklarni** tasnifning yagona gidromorf shoxobchasiga birlashtirib, bu suksessiyaning cho‘l avtomorf konturidan tashqariga chiqqanini hamda o‘simlik qoplamining qirg‘oq-to‘qay va botqoq trayektoriyasi bo‘yicha rivojlanishini aks ettiradi. Ushbu shoxobcha doirasida jamoalar differensiatsiyasini namlik va sho‘rlanish darajalari belgilab beradi (1-rasm).

Butali–saksovulli jamoalar **(III blok)** barqaror qumloq va qumli akkumulyativ yuzalarda tarqalgan hamda o‘simlik qoplamining floristik eng zich komponentini ifodalaydi (1-rasm). Suksessiya jihatidan ular psammoseriya bo‘g‘iniga mos kelib, mintaqa zamonaviy qumli ekotizimlarining asosiy karkasini shakllantiradi. Ushbu jamoalarning floristik yadrosini barqaror qumli substratlar indikatorlari bo‘lgan *Haloxylon ammodendron*, *Calligonum microcarpum*, *C.aphyllum*, *Xylosalsola richteri*, *Ephedra distachya*, *Astragalus villosissimus* va *Stipagrostis karelinii* tashkil etadi. Ekologo-dinamik xususiyatlari bo‘yicha III-blokning o‘simlik qoplami kvaziklimaks holatiga mos kelishiga qaramay, uning ichki tuzilishi qumli massivlarning galofitlashishi bilan aloqador bo‘lgan suksessiyaning noliniyali xarakteriga ishora qiladi. Bu jarayonlar *Nitraria schoberi, Atriplex fominii*, *Caroxylon nitrarium* va *Climacoptera lanata* ishtirokidagi oraliq ostbloklarning shakllanishi tufayli, galoseriya bosqichini o‘zida aks ettirishi ma’lum bo‘ldi. Mazkur jamoalarning mavjudligi alternativ suksessiya holatlarning mavjudligi hamda landshaft interferensiyasi sharoitida psammofit va galofit domenlari chegarasida ekoton fitosenozlarning shakllanishidan dalolat beradi.

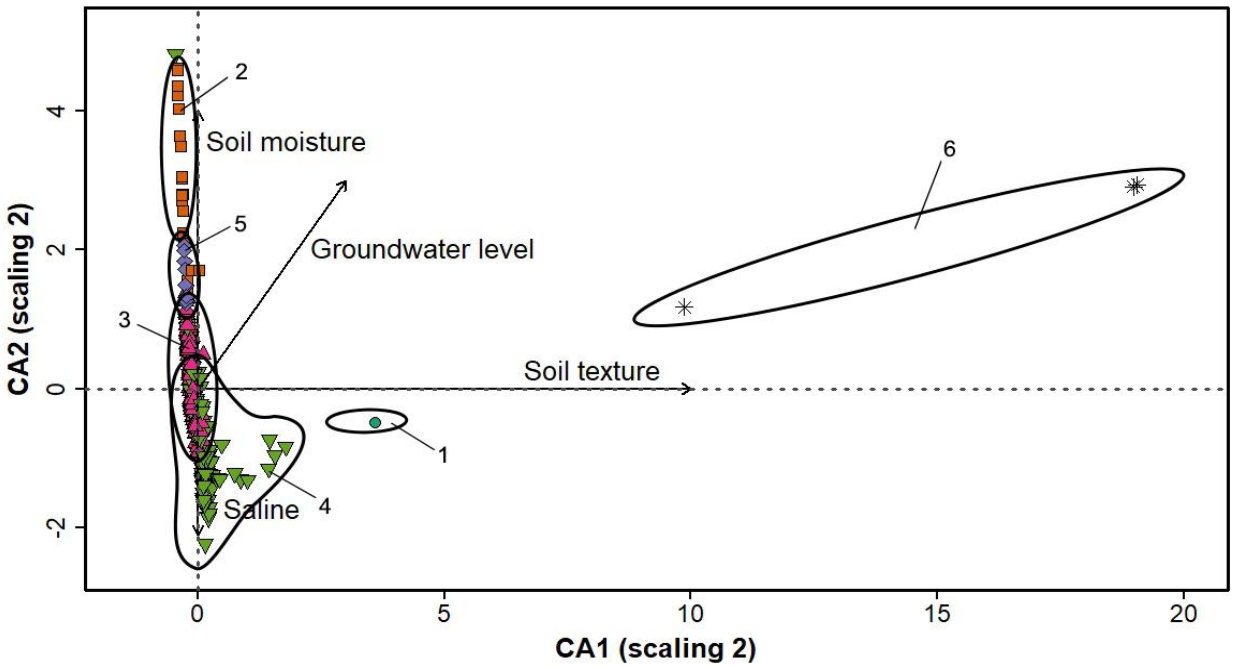
Tamarix ramosissima+Phragmites australis diagnostik kompleksi doirasida yetuk sho‘rxok fitosenozlarni birlashtiruvchi, galoseriyaning buta bosqichiga mos keluvchi qoldiq-ko‘rfaz sho‘rxoklariga xos bo‘lgan galofit buta jamoalari

(IV blok) alohida o‘rin tutadi (1-rasm). Mazkur blok o‘simliklar qoplami, bir tomondan, sobiq dengiz ko‘rfazining avtomorf–gidromorf sho‘rxok komplekslariga, ikkinchi tomondan esa tekis nam-qirg‘oq yuzalariga barqaror o‘rnashganligi bilan farqlanadi. Fitosenoz yadrosini blok ierarxiyasida to‘qay–gidromorf elementlariga (*Tamarix ramosissima, T.hispida, Phragmites australis*) qarshi joylashgan *Halocnemum strobilaceum, Halostachys caspica, Kalidium caspicum, K.foliatum* va *Caroxylon nitrarium* ishtirokidagi supergalofit buta jamoalari tashkil etib, bu holat yuqori sho‘rlanish va kuchli gidrologik differensiatsiya sharoitida, intensiv landshaft interferensiyasi zonalarida shakllanadigan galoseriyaning so‘nggi bosqichlariga mos keladi.

Qirg‘oq–suv va to‘qay–o‘tloq o‘simlik komplekslari **(V blok)** barqaror yoki davriy ortiqcha namlanish sharoitida shakllanadigan potomoseriya fitosenozlarini birlashtiradi (1-rasm). Ushbu blok qoldiq gidrologik sharoitlar bilan bog‘liq bo‘lgan gidromorf, yarim-gidromorf hamda o‘tloq–to‘qay jamoalari ustunlik qiladigan yagona blok hisoblanadi. Blokning indikator kompleksi *Phragmites australis, Typha angustifolia, Tamarix ramosissima, T.hispida, Karelinia caspia, Aeluropus littoralis, Polygonum aviculare* va *Sphaerophysa salsula* lar bilan ifodalanib, qamishli-qo‘g‘ali, yulg‘unli hamda sho‘rxok-o‘tloqi jamoalaridan tashkil topgan. *Phragmites australis* va *Typha angustifolia* ustunlik qilgan uchastkalar barqaror namlanish zonalariga mos kelsa, *Tamarix* hamda o‘tloqi turlarning ishtiroki ikkilamchi to‘qay va o‘tish ekoton komplekslarini belgilaydi.

Diagnostik kompleksning birinchi darajasida loyli-sho‘rxokli pastqamliklar spektri bilan ifodalanadigan va ekstremal bir yillik galofit jamoalarni **(VI blok)** shakllantiradigan o‘ta ixtisoslashgan o‘ng tomonli domen alohida ajraladi (1-rasm). Ushbu fitosenozlar galoseriyaning boshlang‘ich bosqichini ifodalab, ular yosh, loyli va zaif substratlarga o‘rnashgan, kuchli sho‘rlanish, davriy suv bosish hamda turg‘un nam sharoitiga ega bo‘lgan mikropastqamliklarda rivojlanadigan jamoalarni birlashtiradi. Bu yerda o‘simlik qoplami nihoyatda siyrak va deyarli monodominant bo‘lib, asosan *Salicornia persica* va *Suaeda heterophylla* kabi bir yillik galofitlar bilan ifodalanadi. Bu holat ko‘p yillik galofitlarning o‘rnashish imkoniyati mavjud bo‘lmagan, suksessiyaning ilk va fiziologik cheklangan bosqichini aks ettiradi.

ODQT fitosenozlarining ordinatsiya tahlili o‘simlik qoplamining fazoviy va ekologik tuzilmasini aniqlash, shuningdek suksessiya jarayonlarining yo‘nalishi va xarakteriga ta’sir etuvchi yetakchi omillarni belgilash imkonini berdi (2-rasm). Birinchi ordinatsiya o‘qi (CA1) avtomorf qumli va qumloq substratlardan zich loyli-gilli hamda yuqori minerallashgan sho‘rxoklargacha bo‘lgan asosiy suksessiya gradientini aks ettirishi hamda ODQT o‘simlik qoplamining transformatsiyasidagi bosh vektorni belgilashi aniqlandi. Ikkinchi o‘q (CA2) esa namlanish hamda grunt suvlarining chuqurligi gradienti doirasida gidromorf, o‘tish va avtomorfli ekotizim tiplarini belgilaydi. Ordinatsiya makonida TWINSPAN-bloklarning fazoviy joylashuvi psammoseriya, galoseriya va potomoseriya parallel ravishda rivojlanadigan va fazoviy o‘zaro bir-birini qoplaydigan ko‘rinishdagi suksessiyaning noliniyali va ko‘pvektorli xarakteriga dalolat qiladi. Olingan natijalar landshaft interferensiyasining ODQTda o‘simlik qoplamining mozaik tuzilishi va alternativ suksessiya trayektoriyalarining ko‘p shakllanishida hal qiluvchi rol o‘ynashini tasdiqladi.



2-rasm. Asosiy ekologik gradientlar va jamoalar klasterlari aks etgan ODQT o‘simlik qoplamining ordinatsiyasi: yo‘nalish belgilari va matnli izohlar ordinatsiya makoniga mos keluvchi TWINSPAN-bloklarining joylashuvini ko‘rsatadi

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, Orolqumning floristik komplekslari liniyali va bir xil suksessiya qatorlarini shakllantirmaydi, balki relef, tuproq va gidrologik sharoitlarning turli kombinatsiyalari bilan bog‘liq bo‘lgan, o‘zaro qoplovchi biogeotsenotik domenlar tizimi sifatida namoyon bo‘ladi.

Landshaft interferensiyasi hodisasi yaqqol tarzda psammo-galofit va buta-galofit komplekslarida **(III, IV bloklar)** namoyon bo‘ladi. Psammofit jamoalarga mansub, deb hisoblangan III blok doirasida impulsli sho‘rlanish jarayoni, beqaror suv rejimi hamda o‘tish xususiyatiga ega subpsammofit sharoitlarning shakllanishini aks ettiradigan galofitlashuvning aniq tendentsiyasi qayd etildi. Mazkur holat psammoseriya va galoseriyaning parallel rivojlanishi, shuningdek ular o‘rtasidagi chegaralarning o‘ta harakatchan ekanligini ko‘rsatadi.

IV blok qoldiq gidromorf sharoitlarda shakllanadigan dengiz ko‘rfazi sho‘rxoklaridagi galofit buta jamoalarining ustunligi bilan tavsiflanadi. Grunt suvlarining davriy ko‘tarilishi, sho‘rlanish va yuvilish jarayonlarining almashinib turishi, shuningdek to‘qay elementlarining mavjudligi barqaror klimaks holatining yo‘qligini hamda ushbu fitosenozlarning o‘tish, interferensiyali xarakterini tasdiqlaydi.

Ordinatsiya tahlili (CA) natijalari psammoseriya, galoseriya va potomoseriya izchil ketma-ket zanjirni emas, balki o‘zaro birlashib ketgan jarayonlardan iborat uch qutbli tizimni shakllantirishini tasdiqladi.

Shu tariqa, ODQTdagi o‘simlik qoplamining suksessiyasi landshaft interferensiyasi ta’sirida shakllanadigan parallel va alternativ trayektoriyalardan iborat noliniyali tarmoq sifatida namoyon bo‘ladi. Orolqumning zamonaviy o‘simlik qoplami o‘tish va tugallanmagan holatlarning barqaror mavjudligi bilan tavsiflanib, an’anaviy liniyali suksessiya modellaridan tubdan farq qiluvchi neoekotizimlar ansamblini shakllantiradi.

Dissertatsiyaning **«Landshaft interferensiyasi sharoitida o‘simlik qoplamining tuzilish-funktsiyali uyushmasi va uning ekologik determinantlari»,** deb nomlangan to‘rtinchi bobida landshaftlarning fazoviy notekis sharoitida suksessiya

jarayonlarini belgilab beruvchi asosiy ekologik determinantlar tahlil qilingan.

Ko‘p yillik geobotanik ma’lumotlar asosida ODQT hududida besh xil ekotizimlarni (efemer, neoekotizimlar, yalang ekotizimlar, qoldiq ekotizimlar va postekotizimlar) shakllantiradigan 30 ta dominant turlar aniqlandi. Ushbu ekotizim turlari uchun floristik o‘xshashlikning past darajasi xos bo‘lib (Syorensen indeksi 0–54.1%), bu suksessiya jarayonlarining chiziqli ketma-ketlikka ega emasligini statistik jihatdan tasdiqlaydi hamda o‘simlik qoplamining mozaik-ekotonal tashkil topganligini ko‘rsatadi. Eng katta floristik farq efemer va postekotizimlar (9.1%), eng yuqorisi esa qisman qoplash bilan neo- va postekotizimlar o‘rtasida (54.1%) kuzatildi. Efemer, qoldiq va yalang ekotizimlari o‘rtasidagi fitotsenotik farqlar chiziqli xarakterga ega emasligi va yagona yo‘nalgan suksessiya qatorini shakllantirmasligi aniqlandi.

30 ta dominant turning klaster tahlili va ranjirlash asosida 65 ta ekotop sinfini qamrab oladigan dominantligining ekologik shkalasi ishlab chiqildi. Unga ko‘ra, efemer va postekotizim dominantlari tor ekologik amplituda bilan xarakterlanadi, neoekotizim turlari esa yuqori ekologik plastiklikka ega bo‘lib, turli suksessiya seriyalari va ekotizimlarida keng ixtisoslashuvi bilan ajralib turadi.

14 ta tuproq gradatsiyasi asosida amalga oshirilgan korrelyatsiya tahlili tuproqning mexanik tarkibi o‘simlik qoplami ko‘rsatkichlari bilan eng barqaror va statistik jihatdan ishonchli bog‘liqlikka ega ekanini ko‘rsatdi ($\rho = 0.62–0.74$; $p<0.05$). Shu bilan birga, tuproqning sho‘rlanish darajasi xilma-xillikni cheklovchi muhim omil sifatida namoyon bo‘ldi, jumladan, yuqori sho‘rlangan tuproqlarda Shennon indeksi qiymatlari minimal bo‘lib ($H'\approx0.5–0.9$), past va o‘rtacha sho‘rlanish sharoitida esa xilma-xillikning nisbatan yuqori darajalari qayd etildi ($H'\approx1.8–2.3$; $p<0.05$). O‘simlik qoplami parametrlarining grunt suvlari sathi chuqurligiga bog‘liqligi noliniyali xarakter va optimum shaklida namoyon bo‘lishi aniqlandi. Chunonchi, o‘simlik qoplami faolligi va turlar xilma-xilligining eng yuqori qiymatlari grunt suvlari sathi 1.0–1.5 m bo‘lgan holatlarda qayd etilib, og‘ish qiymatlari ushbu ko‘rsatkichning statistik jihatdan ishonchli pasayishini ($p<0.05$) tasdiqladi. Bu holat ham ortiqcha namlanish, ham substratning ortiqcha aeratsiyasi cheklovchi omillar ekanini anglatadi (jadval).

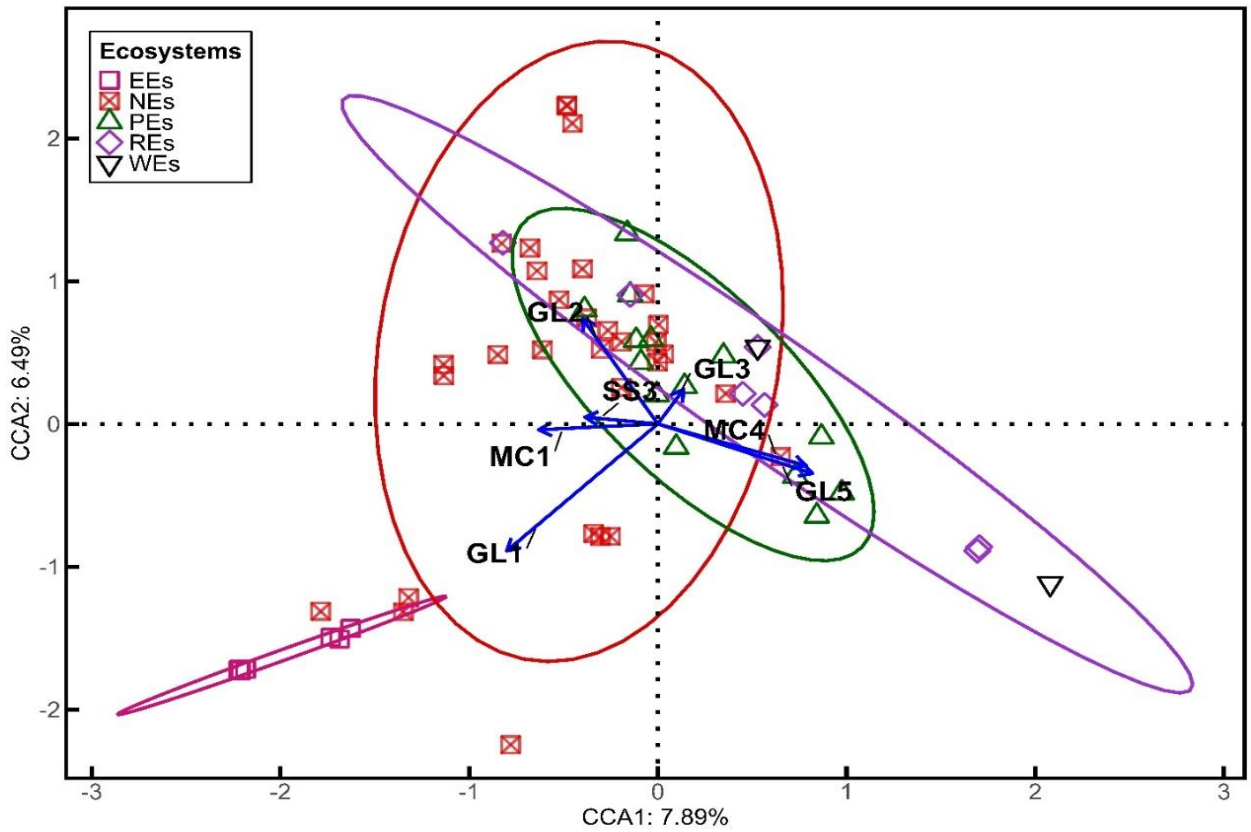
Bir xil harfli belgilar bilan ifodalangan ma’lumotlar $p< 0.05$ darajasida statistik jihatdan farq qilmaydi. MC^1 – tuproqlardagi fizik loyning foiz miqdori (mexanik tarkib); SS^2 – 0–20 sm gorizontdagi tuzlarning o‘rtacha og‘irlik bo‘yicha foizi; GL^3 – grunt suvlari sathi (metr). Turli harfli belgilar bilan ifodalangan ma’lumotlar darajasida statistik jihatdan ($p< 0.05$) farq qilmaydi. *MA(Fg)* – tuproq gradatsiyalari doirasida o‘simlik qoplamining o‘rtacha faolligi (M±SD); *RA(Fg)* – turlarning nisbiy faolligi (*M*±*SD*) va uning median qiymati (*Md*); *H′* – Shennon–Viner indeksi (M_I±*SD*) hamda tuproq gradatsiyalari o‘rtasidagi korrelyatsion tahlil natijalari (ρ).

Kanonik moslik tahlili (CCA) va bosqichli regressiya natijalari shuni ko‘rsatdiki (3-rasm), tahlil qilingan 14 ta tuproq gradatsiyasidan sakkiztasi o‘simlik qoplamining shakllanishiga statistik jihatdan ahamiyatli ta’sir ko‘rsatadi. Kanonik o‘zgaruvchilar dispersiyasini tushuntirishda eng katta hissa grunt suvlarining sathi (GL1, GL5, GL2) hamda tuproqlarning mexanik tarkibi (MC4, MC1) gradatsiyalariga to‘g‘ri kelib, bunda tuzatilgan determinatsiya koeffitsienti R^2 adj = 0.261 gacha ortib bordi ($p < 0.001$). Qo‘shimcha, lekin statistik jihatdan ahamiyatli ravishda ($p < 0.05$) tuproqning sho‘rlanish (SS3) va grunt suvlarining oraliq sathi (GL3) gradatsiyalari muhim omillar ekanligi aniqlandi.

Jadval

Tuproq gradatsiyalarining variabelligi va o‘simlik qoplami ko‘rsatkichlari

Tuproq omili ko‘rsatkichlari				***MA(Fg)***	***RA(Fg)***		***H´***	
omillar	gradatsiya	gradient	*M±SD*	*M±SD*	*M±SD*	*Md*	M_I*±SD*	*ρ*
MC[1]	MC1	>45	54.1±5.4	60.3±43.5	14.7±19.6	8.0	0.9±0.4	0.54
	MC2	20-45	29.2±6.1	115.5±86.5	18.4±16.2	14.0	1.2±0.7	0.64
	MC3	10-20	15.2±2.2	169.4±134.5	22.2±20.5	15.0	1.2±0.8	0.69
	MC4	<10	4.9±1.9	261.7±178.8	32.1±24.9	24.0	1.4±0.8	0.73
SS[2]	SS1[a]	0.2-4.0	1.9±1.2	206.5±129.6	20.8±18.7	15.0	1.8±0.5	0.68
	SS2	4.0-7.0	5.4±1.1	94.7±71.9	19.2±20.2	12.0	0.9±0.6	0.59
	SS3	>7.0	11.4±2.4	43.9±37.7	17.7±24.1	5.5	0.5±0.3	0.61
	SS4	<1	0.7±0.3	497.7±108.7	32.8±23.9	25.0	2.3±0.4	0.87
	SS5[a]	1.0-4.0	2.6±1.3	352.3±124.3	34.4±24.9	24.0	2.0±0.4	0.81
GL[3]	GL1[b]	<1.0	0.3±0.3	103.7±39.0	23.1±21.5	15.5	0.8±0.4	0.59
	GL2[b]	1.0-1.5	1.1±0.2	279.0±143.0	26.7±23.4	15.5	1.6±0.6	0.71
	GL3	1.5-2.0	1.9±0.1	195.8±154.4	23.2±21.3	15.0	1.4±0.8	0.65
	GL4	2.0-3.0	2.8±0.4	135.3±127.6	21.2±20.8	15.0	1.0±0.8	0.61
	GL5	>3.0	4.0±0.4	124.0±120.3	24.1±24.5	15.0	1.0±0.7	0.61



3-rasm. Statistik jihatdan ahamiyatli korrelyatsiyaga ega bo‘lgan tuproq omillari ($p < 0.05$) va ekotizim xillari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklarni ifodalovchi kanonik moslik tahlili (CCA)

CCA ordinatsiya tuzilmasi ekotizimlarni ekologik gradientlar bo‘ylab aniq differensiatsiyasini ochib berdi (3-rasm). Unga ko‘ra, efemer ekotizimlar (EE) grunt suvlarining eng kam chuqurligi (GL1; $p<0.05$) bilan statistik jihatdan ishonchli bog‘liq bo‘lib, bu gidromorf sho‘rxokliklar sharoitida erta suksessiya bosqichidagi fitosenozlarning shakllanishini aks ettiradi. Postekotizimlar (PE), aksincha, mexanik

tarkibi yengil bo‘lgan substratlar (MC4) va grunt suvlarining nisbatan chuqur joylashgan sathlari (GL3–GL5) bilan bog‘langan bo‘lib, bu yuqori suv o‘tkazish sig‘imiga ega qumli tuproqlardagi kech suksessiya bosqichlariga xos holatni ifodalaydi.

Neoekotizimlar (NE) va qoldiq ekotizimlar (RE) ordinatsion makonda oraliq o‘rinni egallaydi va tuproq omillari bilan bog‘liqlikning yuqori variabelligi bilan tavsiflanib, ularning ekotonal xususiyati va tur tarkibining dinamikligini ko‘rsatdi. Yalang ekotizimlari (WE) esa tahlil qilingan tuproq gradatsiyalari bilan statistik jihatdan ahamiyatli korrelyatsiya namoyon etmadi ($p>0.05$) va ushbu ekotizimning shakllanishi stoxastik va qoldiq xarakterga ega ekanligidan dalolat beradi.

Gradientli busting modeli asosida yuqori tushuntirishga ega (MSE=49.64; R^2=0.72) o‘simlik qoplami kolonizatsiyasining prognoz qilish ssenariysi ishlab chiqildi (4-rasm). Besh blokli kesishuv tahlili va erta to‘xtatish usulidan foydalanish qo‘llanilgan modelning barqarorligini (RMSE=6.79; R^2=0.75, iteratsiyalar soni n=37–43) tasdiqladi. Prediktorlar ahamiyatini tahlil qilish natijalariga ko‘ra, tuproqning mexanik tarkibi kolonizatsiya jarayonini belgilaydigan yetakchi omil sifatida namoyon bo‘ldi (Mean Gain = 0.61; $SHAP_M$ = 8.20), aksincha tuproqning sho‘rlanish darajasi, grunt suvlarining sathi va Shennon indeksi modelni shakllantirish uchun ancha kam ulush qo‘shishini (SHAP < 1.5) ko‘rsatdi.

Suksessiya trayektoriyalarining tahlili o‘simlik qoplamining edafo-gidrologik gradientlarga javobi noliniyali xarakterga ega ekanini tasdiqladi. O‘simlik qoplami faolligi, turlar boyligi va xilma-xillik indekslarining eng yuqori qiymatlari edafik va gidrologik omillar o‘zaro kontrast qoplangan ekoton zonalarida qayd etildi. Ana shunday landshaft interferensiyasi uchastkalarida psammofit, galofit va gidromorf elementlarning birgalikda mavjud bo‘lishi natijasida shakllangan lokal «bioxilma-xillik chaqnashlari» aniqlandi, bu esa alternativ suksessiya holatlarining ko‘pligini aks ettiradi.

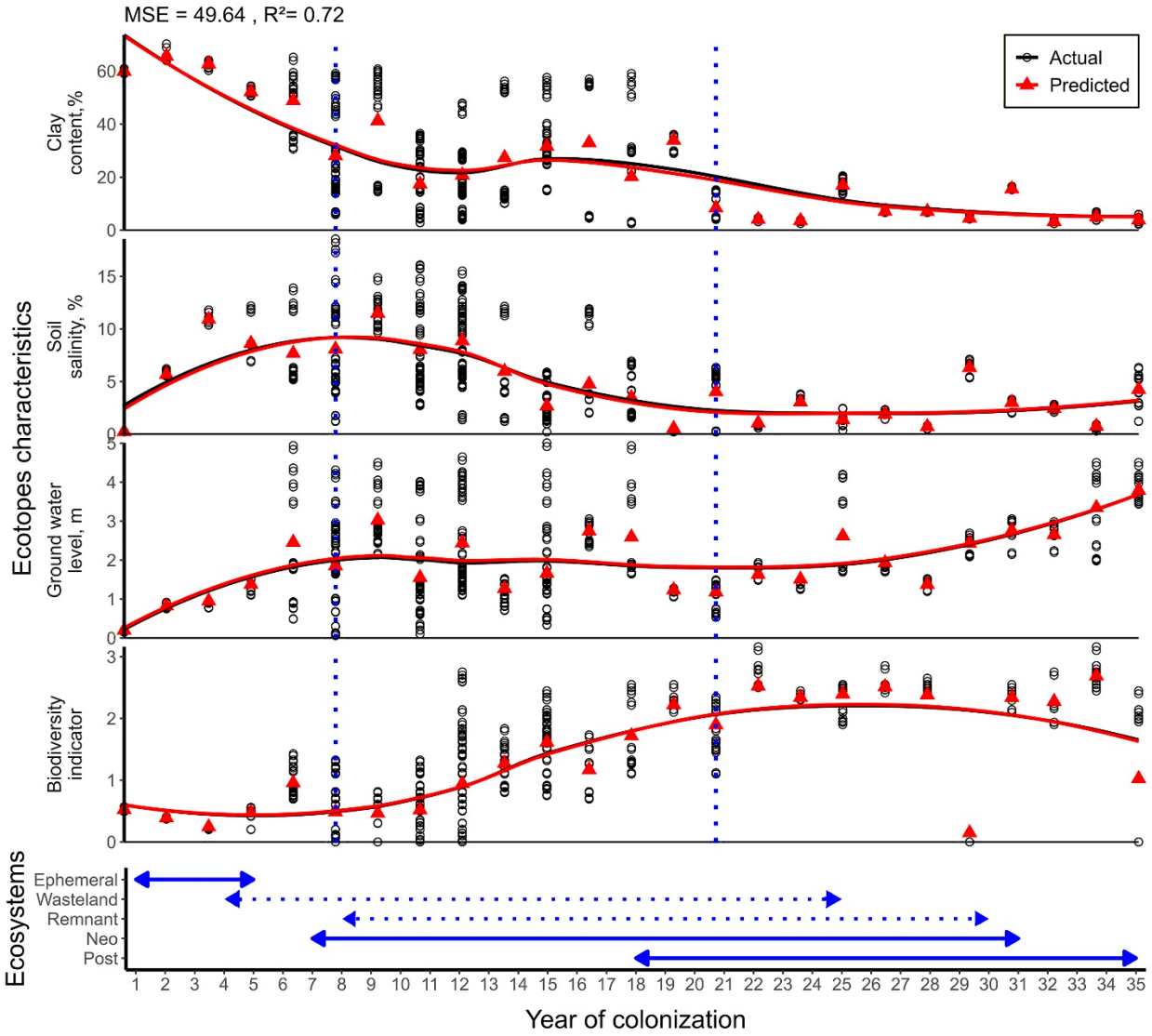
Dissertatsiyaning **«ODQT ekotizimlarining shakllanishi va rivojlanishi: vaqt dinamikasi, suksessiya va prognozlar»,** deb nomlangan beshinchi bobi ODQT ekotizimlarini shakllantirishda landshaft interferensiyasining ahamiyatiga oid natijalarni bayon etishga bag‘ishlangan.

Ma’lum bo‘ldiki, turli edafik-gidrologik gradientlarning o‘zaro qoplanishi kolonizatsiyaning alternativ suksessiya trayektoriyalari, fitosenozlarning barqarorligi yoki regressiyasi, shuningdek o‘simlik qoplamining fragmentatsiya darajasini belgilaydigan lokal «sharoit tuynuklari»ni shakllantiradi,

Klassifikatsiya ishonchliligi qoniqarli ($\kappa>0.60$) saqlangan TELCC sinflarining makon–vaqt dinamikasi tahlili, 1980–1985, 1990–1995, 2000–2005, 2010–2015 va 2016–2022 yillar oralig‘i hamda 2030 yilgacha bo‘lgan prognoz davrida Orol dengizi sathining pasayishi fonida ekotizimlarning yo‘nalgan transformatsiyaga ega bo‘lganligini ko‘rsatdi. Jumladan, 2010–2015 yy. davrigacha efemer ekotizim maydonining qisqarishi qayd etilib, bu dinamika neo-, post-, qoldiq va yalang ekotizimlari ulushining bir vaqtda ortishi bilan amalga oshgan. Katta Orolning to‘liq qurishidan so‘ng (2016–2022 yy.) qoldiq va postekotizim maydonlarining jadal ortishi kuzatilgan hamda ushbu tendentsiya 2030 yilgacha bo‘lgan prognoz davrida ham saqlanib qoladi.

Ekotizimlarning tahliliga ko‘ra, ODQTda kolonizatsiyaning ilk bosqichlari grunt suvlari yuza joylashgan (GL1<1.0 m) gidromorf sho‘rxokliklarda sodir bo‘lib, bunday

hududlarda shakllanishi kuchsiz bashoratli va qisqa vaqtli bir yillik galofit jamoalari ustunligida ro‘y beradi. O‘tish holatidagi o‘simlik qoplami neoekotizimlar bilan ifodalanadi va ularda landshaft birliklari yaxlitligi va tuzilishining keskin o‘zgarishi tufayli turli ekologik guruhlarga mansub turlarning kirib kelish ehtimoli ortadi. Aynan landshaft interferensiyasi zonalarida psammofit, galofit va potomofit elementlarning qo‘shilishi bilan bog‘liq “bioxilma-xillik chaqnashlari” ko‘zga tashlanadi va bu esa neoekotizimlarda suksessiya yo‘nalishini yagona talqin qilishni qiyinlashtiradi.



4-rasm. 1986–2021 yy. oralig‘ida ODQT hududida turlar kolonizatsiyasi jarayonining faktik va prognoz (gradientli busting) regressiya modeli (MSE=49.64; R^2=0.72) hamda bioxilma-xillik indeksi (Shennon–Viner) asosida ekotizim tiplarining shakllanishini: vertikal chiziqlar kolonizatsiya jarayonidagi «bioxilma-xillik chaqnashlari» intervalini ifodalaydi

Yalang ekotizimlari og‘ir mexanik tarkibli (MC1>45%) va yuqori sho‘rlangan (SS3 > 7 %) tuproqlar bilan bog‘liq bo‘lgan galo-suksessiyaning eng konservativ bosqichi sifatida talqin etilib, bunday hududlarda qum fraktsiyasining dastlabki to‘planishiga xizmat qiluvchi ko‘p yillik supergalofitlar (*Kalidium*, *Halocnemum*, *Halostachys* turlari) hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Kolonizatsiyaning final bosqichi qumli landshaftlarning mustahkamligi hamda floristik tarkibning Shimoliy-G‘arbiy Qizilqumga yaqinlashuvini aks ettiradigan, qumli substratlar (MC4<10%) va grunt

suvlari chuqur joylashuvi (GL4–GL5) sharoitida barqaror psammofit o‘simlik qoplamini shakllantiradigan postekotizimlar bilan ifodalanadi.

Umuman olganda, ODQT ekotizim turlari o‘rtasidagi o‘tishlar qat’iy chiziqli sxemaga bo‘ysunmasligi, balki progressiv, regressiv, siklik va fragmentar suksessiyalarning qo‘shilishi sifatida amalga oshishi ko‘rsatildi. Kolonizatsiya sur’ati va yo‘nalishini belgilaydigan yetakchi determinant sifatida tuproqning mexanik tarkibi namoyon bo‘ladi, holbuki sho‘rlanish darajasi va grunt suvlari sathining ta’siri asosan barhanlar orasidagi pastqamliklar hamda boshqa interferensiya uchastkalarda saqlanib qoladi. Ushbu hududlar ayni bioxilma-xillik o‘choqlari va suksessiya qayta tuzilishining makon «tugunlari» sifatida namoyon bo‘ladi.

XULOSALAR

1. Orol dengizi qurigan tubi zamonaviy fitosenozlari tarkibi gipsli qumli-qumloq tuproqlarda shakllangan quyrovuqli–shuvoqzor; delyuvial yuzalar va mikropastqamliklarga xos efemerli–psammofit; mustahkam qumloq va qumli akkumulyativ yuzalardagi butali–saksovulzor; qoldiq-ko‘rfaz sho‘rhokliklaridagi galofit–butali; gidromorf sharoitlardagi qirg‘oqbo‘yi–suv va to‘qay–o‘tloqi; loylashgan, kuchli sho‘rlangan pastqamliklarga o‘rnashgan ekstremal bir yillik galofit jamoalari bilan ifodalanadi. Ushbu o‘simlik tiplari yagona izchil suksessiya qatorini hosil qilmaydi, balki muhitning bir nechta mustaqil gradientlari ta’sirini aks ettiruvchi o‘zaro qoplangan ekologik domenlar tizimini shakllantiradi.

2. O‘simlik qoplamining tuzilishi suksessiya yo‘nalishlarining mozaik tarmog‘ini shakllantirish va yagona klimaks holatining qaror topishiga to‘sqinlik qiladigan, geomorfologik, gidrologik va edafik jarayonlar o‘zaro to‘qnashgan landshaft interferensiyasi effekti bilan belgilanadi.

3. Tuproq gradatsiyalari uyg‘unligi landshaft interferensiyasi zonalarini vujudga keltirgan holatlardagi o‘simlik qoplamining mozaik va ekoton rivojlanish trayektoriyalari yaqqol ko‘rinishdagi “bioxilma-xillik chaqnashlari” bilan amalga oshadi. Ushbu o‘zaro kesishuvchi ekologik domenlar floristik farqlanishning asosiy markazlariga aylanib, suksessiyaning ko‘plab muqobil holatlari mavjudligini tasdiqlaydi.

4. Barcha omillar orasida o‘simlik qoplamining kolonizatsiya dinamikasini prognozlashda tuproqning mexanik tarkibi hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi, holbuki sho‘rlanish darajasi va grunt suvlarining sathi suksessiyaning kechki bosqichlarida makon cheklovlarini belgilaydi.

5. Ajratilgan besh turdagi ekotizimlar o‘simlik qoplamining almashinuvini o‘zida aniq aks ettiradi, jumladan, o‘ta beqaror, tasodifiy o‘zlashtirilgan yuzalardan (efemer va yalang ekotizimlar) ancha tartiblangan tizimlarga (neoekotizimlar) o‘tish va so‘ngra barqaror shakllangan (postekotizimlar) biotsenozlarga o‘rnashishni ifodalaydi. Har bir ekotizim bosqichi floristik xilma-xillik xususiyatlari, uning barqarorlik darajasi va makon konfiguratsiyasiga yo‘naltirilgan suksessiya jarayonlarining ixtisoslashgan rejimini belgilaydi.

6. Prognoz baholariga ko‘ra, Orol dengizining qurigan tubida 1980–2025 yillarda kuzatilgan ustuvor bo‘lmagan landshaft tuzilmalaridan nisbatan barqaror o‘simlik qoplamiga ega tuzilmalarga yirik ko‘lamda o‘tish jarayonlari davom etadi. 2022–2030 yillarga mo‘ljallangan prognozlar hudud ekotizimlarining kelajakdagi tuzilishida barqaror qumli va qoldiq-to‘qay jamoalarining roli ortib borishini ko‘rsatdi.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ БОТАНИКИ

ИНСТИТУТ БОТАНИКИ

ПОЛВОНОВ ФАРРУХ ИСМОИЛОВИЧ

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ ЛАНДШАФТНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

03.00.05 – Ботаника

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора философии (PhD) по биологическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2026.2.PhD/B1797.

Диссертация выполнена в Институте ботаники.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещён на веб-странице (www.botany.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:	**Адилов Беҳзод Абдуллаевич** доктор биологических наук, старший научный сотрудник
Официальные оппоненты:	**Эбель Александр Леонович** доктор биологических наук, профессор
	Таджетдинова Дилором Мнаджатдиновна кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Ведущая организация:	**Каршинский государственный университет**

Защита диссертации состоится «27» ноября 2026 года в 14:00 часов на заседании Научного совета DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M при Институте ботаники АН РУз (Адрес: 100125, г. Ташкент, ул. Дурмон йули, дом 32. Актовый зал Института ботаники АН РУз. Тел.: (+99871) 262-37-95, факс (+99871) 262-79-38, E-mail: botany@academy.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института ботаники АН РУз (зарегистрировано за №91). Адрес: 100125, г. Ташкент, ул. Дурмон йули, дом 32. Тел.: (+99871) 262-37-95.

Автореферат диссертации разослан «10» ноября 2026 года.

(реестр Протокола рассылки №30 от «10» ноября 2026 года).

К.Ш. Тожибаев
Председатель Научного Совета по присуждению учёных степеней, д.б.н., академик

А.В. Махмудов
Ученый секретарь Научного Совета по присуждению учёных степеней, PhD, старший научный сотрудник

Х.Ф. Шомуродов
Председатель Научного семинара при Научном совете по присуждению учёных степеней, д.б.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в условиях климатических изменений и усиления антропогенного воздействия особую остроту приобретают проблемы трансформации природных экосистем аридных регионов. При разработке научно обоснованных подходов к восстановлению и устойчивому управлению дестабилизированными экосистемами принципиально важным становится понимание структуры и динамики растительного покрова, формирующегося в условиях наложения геоморфологических, гидрологических и эдафических процессов. В этом отношении выявление механизмов ландшафтной интерференции, определяющих мозаичность фитоценозов и множественность сукцессионных траекторий, приобретает ключевое научно-практическое значение для оценки устойчивости растительности.

В мировой практике при анализе состояния растительного покрова трансформированных территорий и прогнозировании его дальнейшей динамики особое внимание уделяется вопросам пространственно-временной организации фитоценозов, отражающей характер сукцессионных процессов и структурные изменения природной среды. С этой точки зрения важное значение приобретает выявление особенностей структуры и пространственной дифференциации растительности, формирующейся в условиях резкого изменения ландшафтных и гидроэкологических условий. Осушенное дно Аральского моря (ОДАМ) представляет собой уникальную неотерриторию, где на ограниченном пространстве сочетаются песчаные аккумулятивные поверхности, солончаковые депрессии, остаточные гидроморфные участки и зоны активной эоловой переработки. Такое сочетание контрастных природных условий обусловливает формирование мозаичной структуры растительного покрова и множественности сукцессионных траекторий. В этом отношении выявление закономерностей динамики растительности ОДАМ под влиянием ландшафтной интерференции имеет принципиальное значение для понимания механизмов трансформации экосистем в условиях аридизации климата и разработки научно обоснованных подходов к сохранению и восстановлению растительного покрова.

В настоящее время в Республике Узбекистан особое внимание уделяется вопросам сохранения, восстановления и устойчивого использования экосистем, трансформированных в результате изменения климата и усиления антропогенного воздействия. В данном направлении достигнуты значительные результаты, включая оценку состояния пастбищных ресурсов, расширение масштабов лесовосстановительных работ и разработку мер по снижению негативных последствий усыхания Аральского моря. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2022–2026 годы[1] определены приоритетные задачи, направленные на « … выведение сотрудничества в сфере экологии, предотвращения загрязнения окружающей среды и охраны природы в Центральной Азии на новый этап». Исходя из поставленных задач, в частности,

[1] Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы».

изучение структуры и динамики растительности ОДАМ, выявление механизмов ландшафтной интерференции, а также разработка рекомендаций по снижению экологических рисков, приобретают важное научно-практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан № ПФ-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» от 28 января 2022 года, № УП-199 «О мерах по обеспечению экологической устойчивости путем дальнейшего повышения уровня озеленения в республике и последовательной реализации общенационального проекта «Яшил макон»» от 23 ноября 2023 года, в Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан №31 «О дополнительных мерах по созданию «зеленого покрова» - защитных лесов на высохшем дне Аральского моря и в Приаралье» от 18 января 2022 года, а также, другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. Осушенное дно Аральского моря рассматривается в научной литературе (Wucherer, 1990; Wucherer & Breckle, 2001; Димеева, 2007; Герасимов и др., 1983) как уникальная модельная территория первичной сукцессии и формирования новых экосистем.

По отдельным ведущим абиотическим факторам сформирована развернутая доказательная база. Засоление рассматривается как динамический регулятор сукцессионных траекторий, характеризующийся пространственно-временной изменчивостью и в ряде случаев обратимостью (Zihao, 2024; Shrivastava & Valenzuela, 2022; Reza, 2024; Khasanov, 2023; Li, 2018; Shokri, 2024). Показано, что режим засоления определяется сочетанием микрорельефа, гидрологического режима и антропогенной трансформации, формирующих сложные геоэкологические сценарии развития растительности (Allbed, 2013; Gamalero, 2020; Olff, 1997; Hou, 2022; Rupprecht, 2015; Wang, 2023; Liu, 2023; Pétillon, 2010). Механический состав почв трактуется как базовый фактор, определяющий водно-воздушный режим субстрата, продуктивность и направление сукцессионных преобразований растительных сообществ (Brady & Weil, 2008; Hillel, 2013; Breckle, 2002; Maun, 2009). Отдельно подчёркивается системообразующая роль грунтовых вод, контролирующих условия капиллярного увлажнения, вторичного засоления и формирования гидроморфных комплексов (Walter & Breckle, 1991; Breckle, 2002; Breckle et al., 2012; Novikova, 1985; Dimeyeva, 2007; Chen et al., 2019; Hou, 2022; Li, 2018). В рамках ландшафтной экологии показано, что пространственная мозаичность и фрагментация местообитаний способны формировать множественность альтернативных сукцессионных маршрутов (Forman & Godron, 1986; Urban et al., 2007; Prach & Walker, 2011; Pulsford et al., 2016).

Вместе с тем сопоставление региональных исследований растительности

ОДАМ с общими теоретическими представлениями о сукцессионной динамике выявляет существенный методологический разрыв. При высокой степени изученности флористического состава, типологии сообществ и роли отдельных абиотических факторов остаётся недостаточно разработанным вопрос о том, каким образом наложение геоморфологических, гидрологических и эдафических процессов формирует устойчивую пространственную мозаичность растительного покрова и систему перекрывающихся сукцессионных доменов.

Данное обстоятельство определяет актуальность рассмотрения ландшафтной интерференции как самостоятельного системообразующего механизма организации растительности ОДАМ и обосновывает необходимость перехода от описания изолированных «сукцессионных рядов» к анализу пространственной структуры и её динамики на основе интеграции классификационных, ординационных и ландшафтно-метрических подходов.

Связь темы диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ государственных программ Института ботаники по темам «Оценка современного состояния растительного покрова и пастбищных ресурсов Республики Каракалпакстан» (2020–2024) и «Цифровая природа» (2025–2029).

Целью исследования является установление роли ландшафтной интерференции в формировании и пространственной организации растительного покрова осушенного дна Аральского моря.

Задачи исследования:

изучить многолетнюю динамику ландшафтных структур ОДАМ и установить степень их фрагментации, а также интенсивность процессов ландшафтной интерференции;

провести структурно-флористическую классификацию сообществ ОДАМ, выделив диагностические блоки растительности и определив их экологическое содержание и положение в сукцессионных сериях;

провести ординационный анализ растительности для выявления ведущих экологических градиентов и оценки нелинейных, многовекторных сукцессионных процессов;

выявить ключевые абиотические факторы, определяющие развитие и пространственную изменчивость историко-современной растительности ОДАМ;

оценить влияние ландшафтной интерференции на формирование типов экосистем и их сукцессионные переходы в пределах ОДАМ.

Объектами исследования являются ландшафты и фитоценозы осушенного дна Аральского моря.

Предметом исследования являются ландшафтная организация и структурно-флористическая структура растительности, а также механизмы и экологические градиенты сукцессионного развития фитоценозов.

Методы исследований. В диссертации использованы полевые, геоботанические, фитоценотические, ординационные, картографические и статистические методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определена современная структурно-флористическая классификация растительности ОДАМ, включающая шесть диагностических растительных блоков, отражающих различные комбинации абиотических условий и степеней ландшафтной интерференции;

установлены ведущие экологические градиенты, определяющие пространственную организацию фитоценозов, и выявлена трёхполюсная система сукцессионных направлений, задающая современную структуру растительного покрова;

выявлена роль и динамика градиентов эдафических факторов в процессах колонизации растительности и формирования различных типов экосистем ОДАМ;

установлены зоны наиболее интенсивной ландшафтной интерференции, формирующие экотональные домены, определяющие высокое флористическое разнообразие и дивергентность сукцессионных направлений.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

выделены и картированы пять типов экосистем, характеризующие нестабильные (эфемерные экосистемы, экосистемы пустошей), организованные (неоэкосистемы) и устойчивые (постэкосистемы) состояния фитоценозов;

создана цифровая база флористического состава, включающая 253 вида, относящихся к 131 роду и 36 семействам, представленным в гипсофитных, галофитных, псаммофитных и тугайных природно-территориальных комплексах ОДАМ.

Достоверность результатов исследования обосновывается соответствием результатов, полученных на основе применения современных методов и научных подходов с теоретическими данными, публикацией результатов в ведущих научных изданиях, выявленными закономерностями и полученными заключениями, а также подтверждением полученных практических результатов уполномоченными государственными и международными структурами, а также внедрением их в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования обосновывается выявлением роли пространственной фрагментации и динамики ландшафтных метрик, установлением ландшафтной интерференции как системообразующего механизма формирования растительности, раскрытием закономерностей развития фитоценозов под воздействием пересекающихся эдафических процессов, а также развитием концепции экологических доменов и экотональных зон как ключевых пространственных узлов сукцессионной динамики.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные данные формируют научно-практическую основу для мониторинга растительности и разработки региональных программ восстановления, включая выбор оптимальных участков для лесоразведения, оценку риска повторного засоления и обеспечение долгосрочного контроля состояния растительных сообществ.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научно-практических результатов по изучению структуры и динамики растительности ОДАМ в условиях ландшафтной интерференции выполнено следующее:

на основе применения системы ландшафтных метрик и интеграции растительных блоков был получен патент на разработку «Карта пастбищ осушенного дна Аральского моря» (Агентство интеллектуальной собственности, патент № SAP 02340 от 9 марта 2022 г.). Полученные результаты позволили разработать классификацию пастбищ ОДАМ, включающую 7 классов, 12 групп, 18 типов и 81 пастбищную разность, а также выполнить цифровую картографическую инвентаризацию территории площадью 3 183 564 га;

цифровая база данных флористического состава, включающая 253 вида, относящиеся к 131 роду и 36 семействам и представленные в гипсофитных, галофитных, псаммофитных и тугайных природно-территориальных комплексах ОДАМ, была интегрирована в международный портал Global Index of Vegetation-Plot Databases (GIVD, №AS-UZ-003, https://www.givd.info). Результаты позволили реконструировать сукцессионные процессы и сформировать цифровой глобальный контент по опустошённым экосистемам.

Апробация работы. Результаты данного исследования были обсуждены на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликовано всего 25 научных работ, из них 9 научных статей, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD), в том числе 5 – в республиканских и 4 – в зарубежных журналах.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 99 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертационной работы, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий, приведен обзор региональных и зарубежных научных исследований по теме диссертации, охарактеризованы степень изученности проблемы, цель и задачи исследования, приведены объекты и предмет исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, достоверность исследования, внедрение в практику результатов исследования, приведены сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

Первая глава диссертации, озаглавленная **«Растительный покров осушенного дна Аральского моря (ОДАМ) в историко-динамическом аспекте: проблемы и подходы к их решению»** посвящена анализу сукцессионной динамики растительного покрова ОДАМ, роли ключевых эдафических и гидрогеоморфологических факторов, а также обоснованию необходимости учёта ландшафтной интерференции при интерпретации

структуры и развития фитоценозов.

Во второй главе диссертации, озаглавленной **«Район исследований. Материалы и методы»,** подробно описаны материалы и методы исследования, а также дана физико-географическая характеристика изучаемого района.

В третьей главе диссертации, озаглавленной **«Ландшафтно-флористическая организация растительности ОДАМ»,** представлены результаты анализа многолетней динамики ландшафтных метрик, выявлена структура фитоценозов по основным экологическим градиентам и выполнена их ординационная интерпретация.

Анализ историко-современной ландшафтной организации ОДАМ на основе индексов LI, DIVISION и NP за период 1980–2030 гг. показал, что развитие ландшафтов происходило в условиях выраженной пространственной неоднородности, обусловленной фрагментацией, мозаичностью и асинхронной перестройкой их структуры. Анализ индекса ландшафтной интерференции (LI) выявил переход от локальных очагов высокой нарушенности на ранних этапах осушения (0.6) к более масштабному и пространственно распространённому усилению интерференции в прогнозный период 2022–2030 гг. (0.9), что отражает нарастание фрагментации природных комплексов. Такая ландшафтная дестабилизация территорий свидетельствует о неординарном, нелинейном характере формирования растительного покрова ОДАМ как в историческом, так и в современном периодах.

На этой основе для оценки флористической структуры, выделения диагностических блоков сообществ и определения их экологического содержания и положения в сукцессионных рядах была выполнена бинарная классификация (TWINSPAN) растительных сообществ с учётом их принадлежности к эко-эдафическим рядам.

В структуре классификации растительности ОДАМ выделено шесть блоков сообществ, формирующихся под совместным воздействием, с одной стороны, градиентов засоления и увлажнения, а с другой градиента механического состава почв и степени закреплённости песков (рис. 1).

При этом структура растительности соотносится со спектром илово-солончаковых понижений, характеризующихся преобладанием экстремальных однолетних галофитных сообществ (*Salicornia persica*; **блок VI**), и отражает континуум от более увлажнённых гидроморфных условий к аридным автоморфным почвам, формируя последовательный переход от прибрежно-тугайных фитоценозов (*Phragmites australis*) к пустынным комплексам (*Haloxylon ammodendron*; **блоки I–V**).

Следует отметить особое положение в структуре растительности кейреуково-полынных сообществ (*Artemisia terrae-albae, Caroxylon orientale*) **(блок I)** (рис. 1), представляющих собой реликтовые фрагменты гипсовых суглинисто-супесчаных серо-бурых почв Северного Турана и приуроченных преимущественно к плите острова Возрождения. Помимо вышеупомянутых видов, индикаторами данного блока также выступают *Anabasis salsa* и *Haloxylon ammodendron* при участии однолетней фракции, представленной эфемерами (*Ranunculus falcatus, Fritillaria karelini*) и ксерофитами (*Ceratocarpus arenarius*).

Структура блока отражает дифференциацию сообществ от саксауловых и саксаулово-полынных к полынно-кейреуковым комплексам. Наличие отдельных эфемерных индикаторных видов (*Ranunculus falcatus*) указывает на локальные процессы трансформации растительности, связанные с антропогенным нарушением почвенной поверхности.

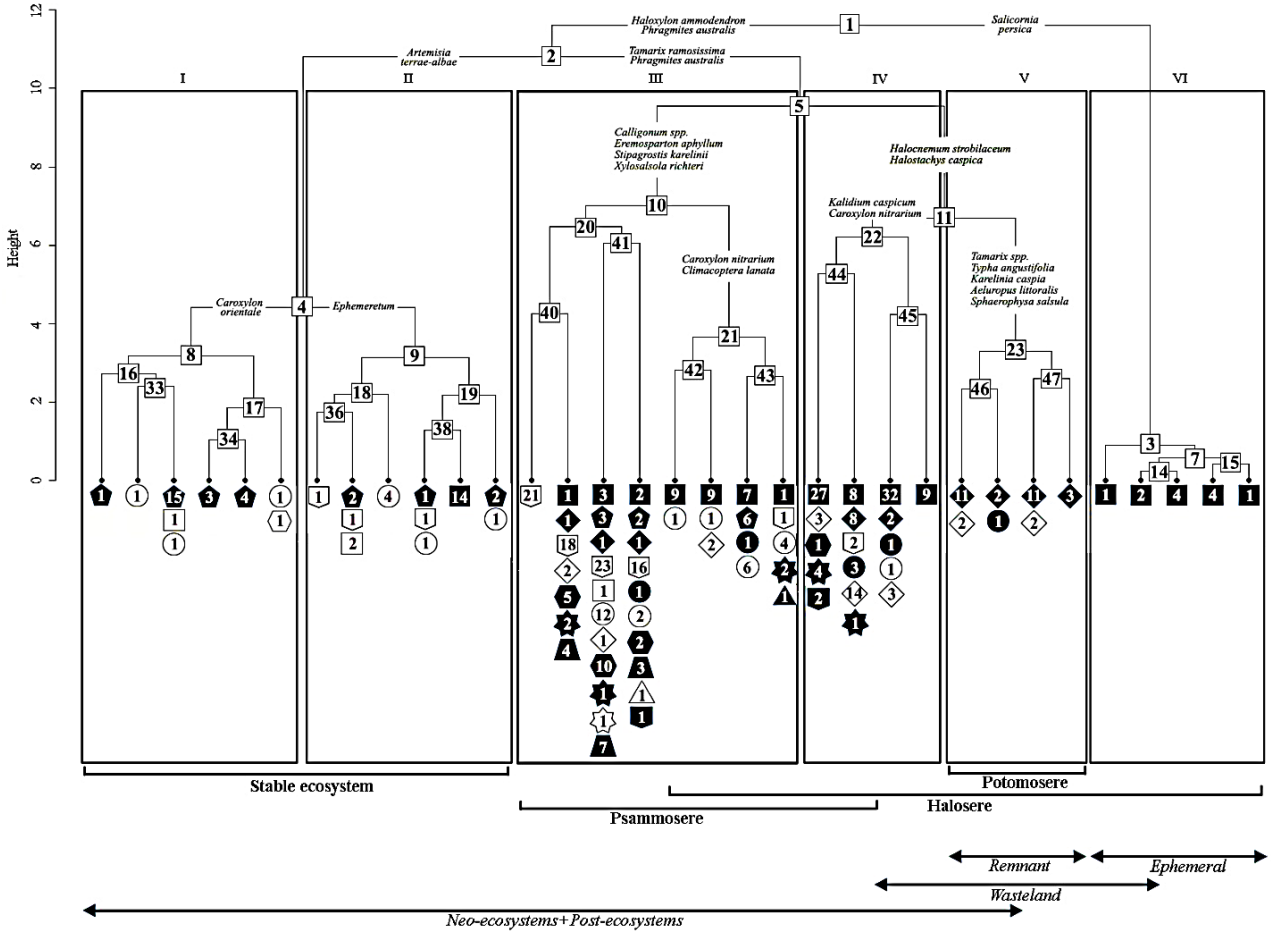


Рисунок 1. Иерархическая структура растительных сообществ ОДАМ с интерпретацией основных сукцессионных траекторий и экологических градиентов:

экологические ряды

- галофит
- гипсофит
- потамофит
- псаммофит
- псаммо-потамофит
- гало-гипсофит
- гало-потамофит
- гало-псаммофит
- гипсо-псаммофит
- гало-гипсо-псаммофит
- гипсо-псаммофит
- потамо-псаммо-галофит
- потамо-галофит
- потамо-псаммофит
- псаммо-галофит
- псаммо-гипсофит
- гало-псаммо-потамофит

При диагностическом разделении с участием *Artemisia terrae-albae* **блок II** (рис. 1) представлен эфемерово-псаммофитными сообществами (*Ephemeretum*), приуроченными преимущественно к делювиальным шлейфам и микропонижениям, характерным для островных (о. Возрождения) и шлейфовых (о. Лазерова) ландшафтов карбонатно-гипсового происхождения. Индикаторный

комплекс представлен однолетними псаммо-эфемерами, такими как *Amberboa turanica, Arnebia decumbens, Eremopyrum orientale, Centaurea pulchella* и *Senecio subdentatus*. Эти виды маркируют псаммофитные эфемерно-злаковые комплексы, приуроченные к неустойчивым субстратам. Кроме того, блок объединяет солянково-эфемерово-злаковые сообщества делювиальных склонов и аккумулятивных поверхностей, представленные комбинацией *Eremopyrum orientale+Climacoptera lanata*. Отсутствие галофитных кустарниковых форм отражает экотонное состояние данных фитоценозов.

Диагностический комплекс *Tamarix ramosissima+Phragmites australis* объединяет блоки **III–V** (рис. 1) в единую гидроморфную ветвь классификации, указывая на выход сукцессии за пределы пустынного автоморфного контура и отражая прибрежно-тугайную и болотную траекторию развития растительности, внутри которой дифференциация определяется степенью увлажнения и засоления.

Кустарниково-саксауловые сообщества **(блок III)** (рис. 1), приуроченные к стабилизированным супесчаным и песчаным аккумулятивным поверхностям, представляют собой наиболее флористически консистентный компонент растительного покрова. В сукцессионном отношении они соответствуют звену псаммосерии и формируют основной каркас современных песчаных экосистем региона. Флористическое ядро данных сообществ образуют *Haloxylon ammodendron, Calligonum microcarpum, C.aphyllum, Xylosalsola richteri, Ephedra distachya, Astragalus villosissimus* и *Stipagrostis karelinii*, выступающие индикаторами стабилизированных песчаных субстратов. Несмотря на соответствие растительности блока III квазиклимаксовому состоянию по эколого-динамическим характеристикам, её внутренняя структура отражает нелинейный характер сукцессии, обусловленный процессами галофитизации песчаных массивов. Эти процессы проявляются в формировании переходных подблоков с участием *Nitraria schoberi, Atriplex fominii, Caroxylon nitrarium* и *Climacoptera lanata*, фиксирующих стадии галосерии. Наличие данных сообществ свидетельствует о множественности альтернативных сукцессионных состояний и формировании экотонных фитоценозов на границе псаммофитных и галофитных доменов в условиях ландшафтной интерференции.

В пределах диагностического комплекса *Tamarix ramosissima+Phragmites australis* особое положение занимают галофитные кустарниковые сообщества остаточно-лагунных солончаков **(блок IV)** (рис. 1), объединяющие зрелые солончаковые фитоценозы и соответствующие кустарниковой стадии галосерии. Растительность данного блока, с одной стороны, устойчиво приурочена к автоморфно-гидроморфным солончаковым комплексам бывших лагун, а с другой к выровненным прибрежным поверхностям. Ядро блока формируют супергалофитные кустарниковые сообщества с участием *Halocnemum strobilaceum, Halostachys caspica, Kalidium caspicum, K.foliatum* и *Caroxylon nitrarium,* противопоставленные тугайно-гидроморфным элементам (*Tamarix ramosissima, T.hispida, Phragmites australis*), что отражает поздние стадии галосерии в условиях высокой солёности и выраженной гидрологической дифференциации, формирующиеся в зонах интенсивной ландшафтной

интерференции.

Прибрежно-водные и тугайно-луговые растительные комплексы **(блок V)** (рис. 1) объединяют фитоценозы потамосерии, формирующиеся в условиях устойчивого или периодического переувлажнения. Это единственный блок, в пределах которого доминируют гидроморфные, полугидроморфные и лугово-тугайные сообщества, связанные с остаточными гидрологическими условиями. Индикаторный комплекс блока представлен *Phragmites australis, Typha angustifolia, Tamarix ramosissima, T.hispida, Karelinia caspia, Aeluropus littoralis, Polygonum aviculare* и *Sphaerophysa salsula*, отражающими тростниково-рогозовые, гребенщиковые и лугово-солончаковые сообщества. Участки с доминированием *Phragmites australis* и *Typha angustifolia* соответствуют зонам стабильного увлажнения, тогда как участие *Tamarix* spp. и луговых видов маркирует вторичные тугайные и переходные экотонные комплексы.

На первом уровне диагностического комплекса отдельно выделяется более специализированный правосторонний домен, представленный спектром илово-солончаковых понижений и формирующий фитоценозы в виде экстремальных однолетних галофитных пятен **(блок VI)** (рис. 1). Данные фитоценозы представляют начальную стадию галосерии и объединяют сообщества, развивающиеся в микропонижениях с предельно высоким уровнем засоления, периодическим затоплением и застойным увлажнением, приуроченные к молодым, илистым и слабо закреплённым субстратам. Растительный покров здесь крайне разрежен и почти монодоминантен, представлен преимущественно однолетними галофитами, такими как *Salicornia persica* и *Suaeda heterophylla*, что отражает наиболее ранние и физиологически лимитированные стадии сукцессии, при которых закрепление многолетних галофитных форм невозможно.

Ординационный анализ фитоценозов ОДАМ, позволил выявить пространственную и экологическую организацию растительного покрова и установить ведущие факторы, определяющие направление и характер сукцессионных процессов (рис. 2). Выявлено, что первая ординационная ось (CA1) отражает базовый сукцессионный градиент от автоморфных песчаных и супесчаных субстратов к плотным илисто-глинистым и высокоминерализованным солончакам, определяя главный вектор трансформации растительности ОДАМ. Вторая ось (CA2) характеризует градиент увлажнения и глубины залегания грунтовых вод, разделяя гидроморфные, переходные и автоморфные типы экосистем. Пространственное распределение TWINSPAN-блоков в ординационном пространстве свидетельствует о нелинейном и многовекторном характере сукцессии, при котором псаммосерия, галосерия и потомосерия развиваются параллельно и пространственно перекрываются. Полученные результаты подтверждают ключевую роль ландшафтной интерференции в формировании мозаичной структуры растительности и множественности альтернативных сукцессионных траекторий на ОДАМ.

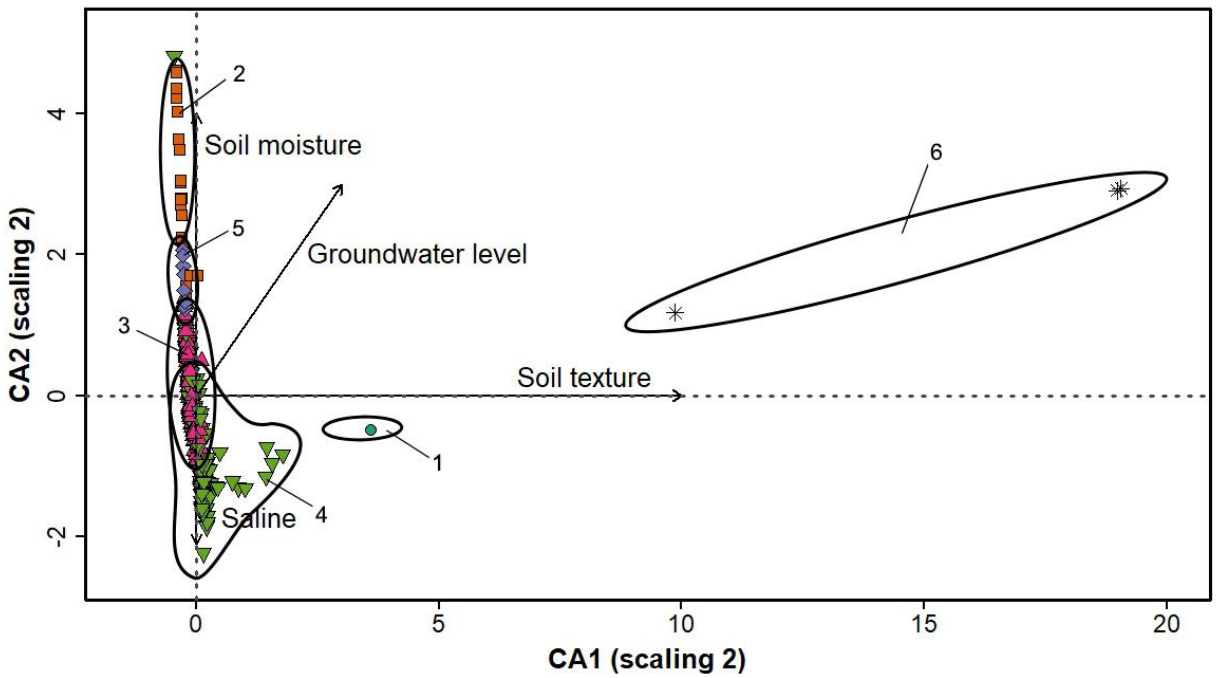


Рисунок 2. Ординация сообществ с отображением основных экологических градиентов и кластеров растительности ОДАМ: стрелочные обозначения и текстовые подписи отражают положение соответствующих TWINSPAN-блоков в ординационном пространстве

Результаты анализов показали, что флористические комплексы Аралкума не формируют линейных и однородных сукцессионных рядов, а представлены системой перекрывающихся биогеоценотических доменов, связанных с различными сочетаниями рельефных, почвенных и гидрологических условий.

Наиболее отчётливо явления ландшафтной интерференции проявлены в псаммо-галофитных и кустарниково-галофитных комплексах (блоки III, IV). В пределах блока III, формально относящегося к псаммофитным сообществам, выявлена выраженная тенденция к галофитизации, отражающая импульсные процессы засоления, неустойчивость водного режима и формирование переходных субпсаммофитных условий. Это свидетельствует о параллельном развитии псаммосерии и галосерии и подвижности границ между ними.

Блок IV характеризуется доминированием галофитных кустарниковых сообществ, формирующихся в условиях остаточной гидроморфности лагунных солончаков. Периодические подъёмы грунтовых вод, чередование засоления и выщелачивания, а также присутствие элементов тугайной растительности указывают на отсутствие стабильного климаксового состояния и подтверждают переходный, интерференционный характер данных фитоценозов.

Результаты ординационного анализа (CA) подтвердили, что псаммосерия, галосерия и потамосерия формируют не последовательную цепь, а трёхполюсную систему взаимопереплетающихся процессов.

Таким образом, сукцессия растительности осушенного дна Аральского моря представляет собой нелинейную сеть параллельных и альтернативных траекторий, формирование которых определяется действием ландшафтной интерференции. Современный растительный покров Аралкума характеризуется

устойчивым присутствием переходных и незавершённых состояний и формирует ансамбль неоэкосистем, принципиально отличающийся от классических линейных моделей сукцессии.

В четвёртой главе диссертации **«Структурно-функциональная организация растительности и её экологические детерминанты в условиях ландшафтной интерференции»** проанализированы ключевые экологические детерминанты сукцессионных процессов в условиях пространственной неоднородности ландшафта.

На основе многолетних геоботанических данных выявлено 30 видов-доминантов, формирующих пять типов экосистем (эфемерные, неоэкосистемы, пустоши, остаточные и постэкосистемы). Для данных типов характерна низкая степень флористического сходства (индекс Сёренсена 0–54.1%), что статистически подтверждает отсутствие линейной сукцессионной последовательности и указывает на мозаичную, экотональную организацию растительного покрова. Наибольшее флористическое расхождение зафиксировано между эфемерными и постэкосистемами (9.1%), тогда как максимальное частичное перекрытие отмечено между нео- и постэкосистемами (54.1%). Установлено, что между эфемерными, остаточными экосистемами и экосистемами пустошей фитоценотические различия не носят линейного характера и не формируют единой направленной сукцессионной серии.

С использованием кластерного анализа и ранжирования 30 видов-доминантов разработана экологическая шкала доминирования, включающая 65 классов экотопов. Установлено, что доминанты эфемерных и постэкосистем характеризуются узкой экологической амплитудой, тогда как виды неоэкосистем демонстрируют высокую экологическую пластичность, выражающуюся в широком участии в различных сукцессионных сериях и типах экосистем.

Корреляционный анализ, выполненный на основе 14 почвенных градаций, показал, что механический состав почв характеризуется наиболее устойчивой и статистически значимой связью с показателями растительного покрова ($\rho = 0.62–0.74$; $p<0.05$). Степень засолённости при этом выступает выраженным лимитирующим фактором биоразнообразия: в высокозасолённых почвах значения индекса Шеннона минимальны ($H' \approx 0.5–0.9$), тогда как при слабом и умеренном засолении фиксируются более высокие уровни разнообразия ($H' \approx 1.8–2.3$; $p<0.05$). Зависимость параметров растительности от глубины залегания грунтовых вод носит нелинейный характер и проявляется в виде оптимума. Максимальные значения активности растительного покрова и видового разнообразия фиксируются при глубине грунтовых вод 1.0–1.5 м, тогда как отклонение в обе стороны сопровождается статистически значимым снижением этих показателей ($p< 0.05$), что указывает на лимитирующую роль как избыточного переувлажнения, так и глубокой аэрации субстрата (табл.).

Данные с одинаковыми буквенными обозначениями статистически не различаются при $p< 0.05$. MC^1 - процентное содержание физической глины в морских почвах (механический состав); SS^2 - средневзвешенный процент солей в горизонте 0–20 см; GL^3 - глубина залегания грунтовых вод в метрах. Данные с различными буквенными обозначениями также статистически не различаются

при p<0.05. *MA(Fg)* - средняя активность растительного покрова (*M*±*SD*) в пределах почвенных градаций; *RA(Fg)* - относительная активность видов (*M*±*SD*) и её медианное значение (*Md*) в пределах почвенных градаций; *H´* - индекс Шеннона–Винера (M_I±*SD*) и результаты корреляционного анализа (ρ) между почвенными градациями.

Таблица

Вариабельность почвенных градаций и показатели растительного покрова

Показатели почвенных факторов				***MA(Fg)***	***RA(Fg)***		***H´***	
факторы	градация	градиент	*M*±*SD*	*M*±*SD*	*M*±*SD*	*Md*	M_I±*SD*	ρ
MC[1]	MC1	>45	54.1±5.4	60.3±43.5	14.7±19.6	8.0	0.9±0.4	0.54
	MC2	20-45	29.2±6.1	115.5±86.5	18.4±16.2	14.0	1.2±0.7	0.64
	MC3	10-20	15.2±2.2	169.4±134.5	22.2±20.5	15.0	1.2±0.8	0.69
	MC4	<10	4.9±1.9	261.7±178.8	32.1±24.9	24.0	1.4±0.8	0.73
SS[2]	SS1[a]	0.2-4.0	1.9±1.2	206.5±129.6	20.8±18.7	15.0	1.8±0.5	0.68
	SS2	4.0-7.0	5.4±1.1	94.7±71.9	19.2±20.2	12.0	0.9±0.6	0.59
	SS3	>7.0	11.4±2.4	43.9±37.7	17.7±24.1	5.5	0.5±0.3	0.61
	SS4	<1	0.7±0.3	497.7±108.7	32.8±23.9	25.0	2.3±0.4	0.87
	SS5[a]	1.0-4.0	2.6±1.3	352.3±124.3	34.4±24.9	24.0	2.0±0.4	0.81
GL[3]	GL1[b]	<1.0	0.3±0.3	103.7±39.0	23.1±21.5	15.5	0.8±0.4	0.59
	GL2[b]	1.0-1.5	1.1±0.2	279.0±143.0	26.7±23.4	15.5	1.6±0.6	0.71
	GL3	1.5-2.0	1.9±0.1	195.8±154.4	23.2±21.3	15.0	1.4±0.8	0.65
	GL4	2.0-3.0	2.8±0.4	135.3±127.6	21.2±20.8	15.0	1.0±0.8	0.61
	GL5	>3.0	4.0±0.4	124.0±120.3	24.1±24.5	15.0	1.0±0.7	0.61

Результаты канонического корреспонденционного анализа (CCA) и пошаговой регрессии показали (рис.3), что из 14 проанализированных почвенных градаций восемь факторов оказывают статистически значимое влияние на формирование растительного покрова. Наибольший вклад в объяснение дисперсии канонических переменных вносят градации глубины залегания грунтовых вод (GL1, GL5, GL2) и механического состава почв (MC4, MC1), для которых значения скорректированного коэффициента детерминации последовательно возрастают до R^2 adj = 0.261 (p<0.001). Дополнительное, но статистически значимое влияние оказывают факторы засолённости (SS3) и промежуточных уровней грунтовых вод (GL3) при p < 0.05.

Ординационная структура CCA (рис.3) выявила чёткую дифференциацию экосистем вдоль экологических градиентов. Эфемерные экосистемы (EE) статистически достоверно ассоциированы с минимальной глубиной залегания грунтовых вод (GL1; p<0.05), что отражает формирование раннесукцессионных сообществ в условиях гидроморфных солончаков. Постэкосистемы (PE), напротив, приурочены к субстратам с рыхлом механическим составом (MC4) и более глубоким уровнем грунтовых вод (GL3–GL5), что соответствует поздним стадиям сукцессии на хорошо дренированных песчаных почвах.

Неоэкосистемы (NE) и остаточные экосистемы (RE) занимают промежуточное положение в ординационном пространстве и характеризуются повышенной вариабельностью связей с почвенными факторами, что указывает на их экотональный характер и динамичность видового состава. Экосистемы

пустошей (WE) не демонстрируют статистически значимых корреляций с анализируемыми почвенными градациями ($p>0.05$), что свидетельствует о стохастическом и остаточном характере их формирования.

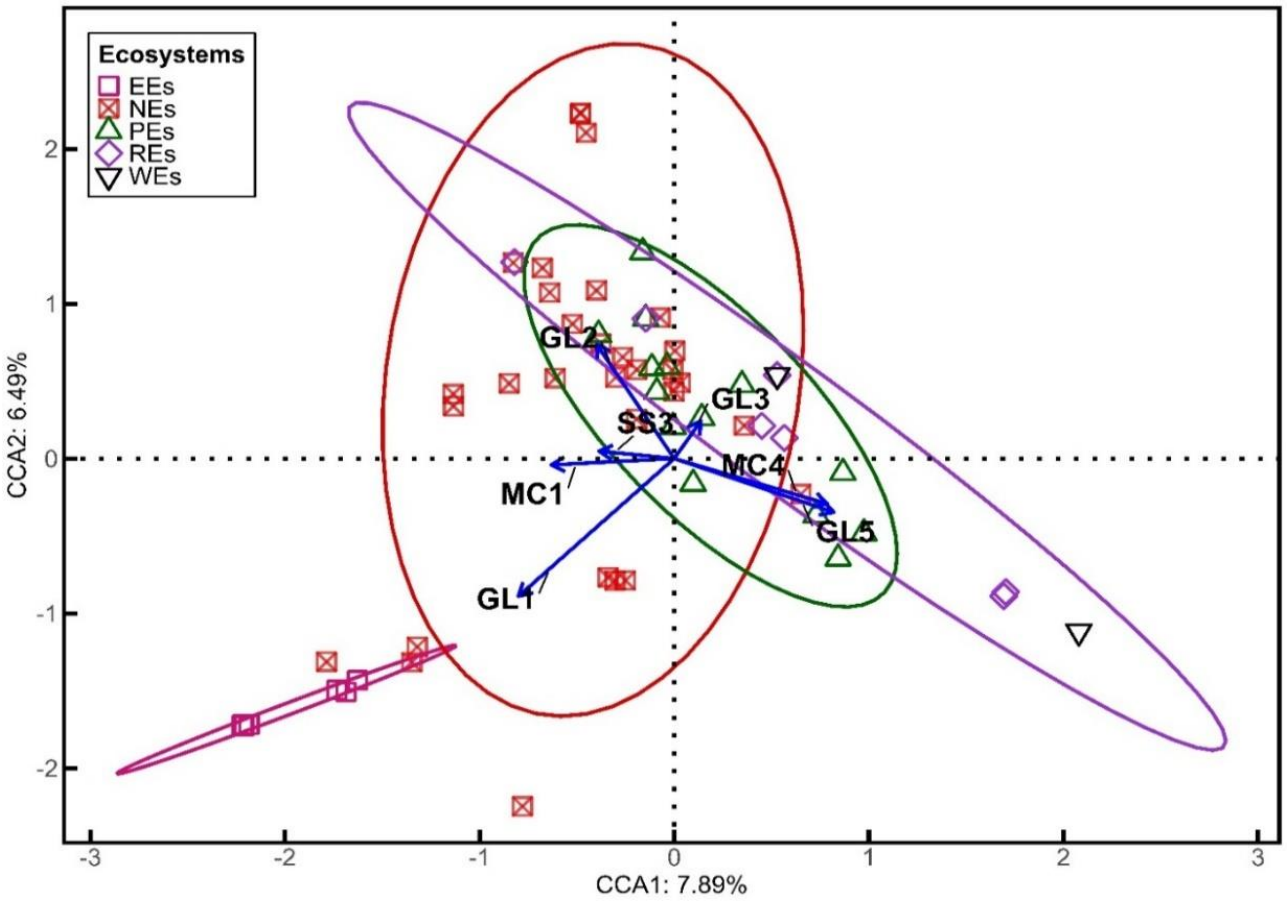


Рисунок 3. Канонический корреспонденционный анализ (CCA), иллюстрирующий взаимосвязи между почвенными факторами со статистически значимой корреляцией ($p<0.05$) и типами экосистем

На основе модели градиентного бустинга построены прогностические сценарии колонизации растительности с высокой объясняющей способностью (MSE = 49,64; R^2 = 0.72). Перекрёстная проверка с пятью блоками и использование ранней остановки подтвердили устойчивость модели (RMSE = 6.79; R^2 = 0.75 при n = 37–43 итерациях). Анализ значимости предикторов показал, что механический состав почв является ведущим фактором колонизационных процессов (Mean Gain = 0.61; $SHAP_M$ = 8.20), тогда как степень засолённости, глубина залегания грунтовых вод и индекс Шеннона вносят существенно меньший вклад (SHAP < 1.5) (рис.4).

Анализ сукцессионных траекторий выявил нелинейный характер отклика растительного покрова на эдафо-гидрологические градиенты. Максимальные значения активности растительности, видового богатства и индексов разнообразия зафиксированы в экотональных зонах, где происходит наложение контрастных эдафических и гидрологических факторов. Именно в этих участках ландшафтной интерференции выявлены локальные «всплески биоразнообразия», обусловленные сочетанием псаммофитных, галофитных и

гидроморфных элементов, что отражает множественность альтернативных сукцессионных состояний.

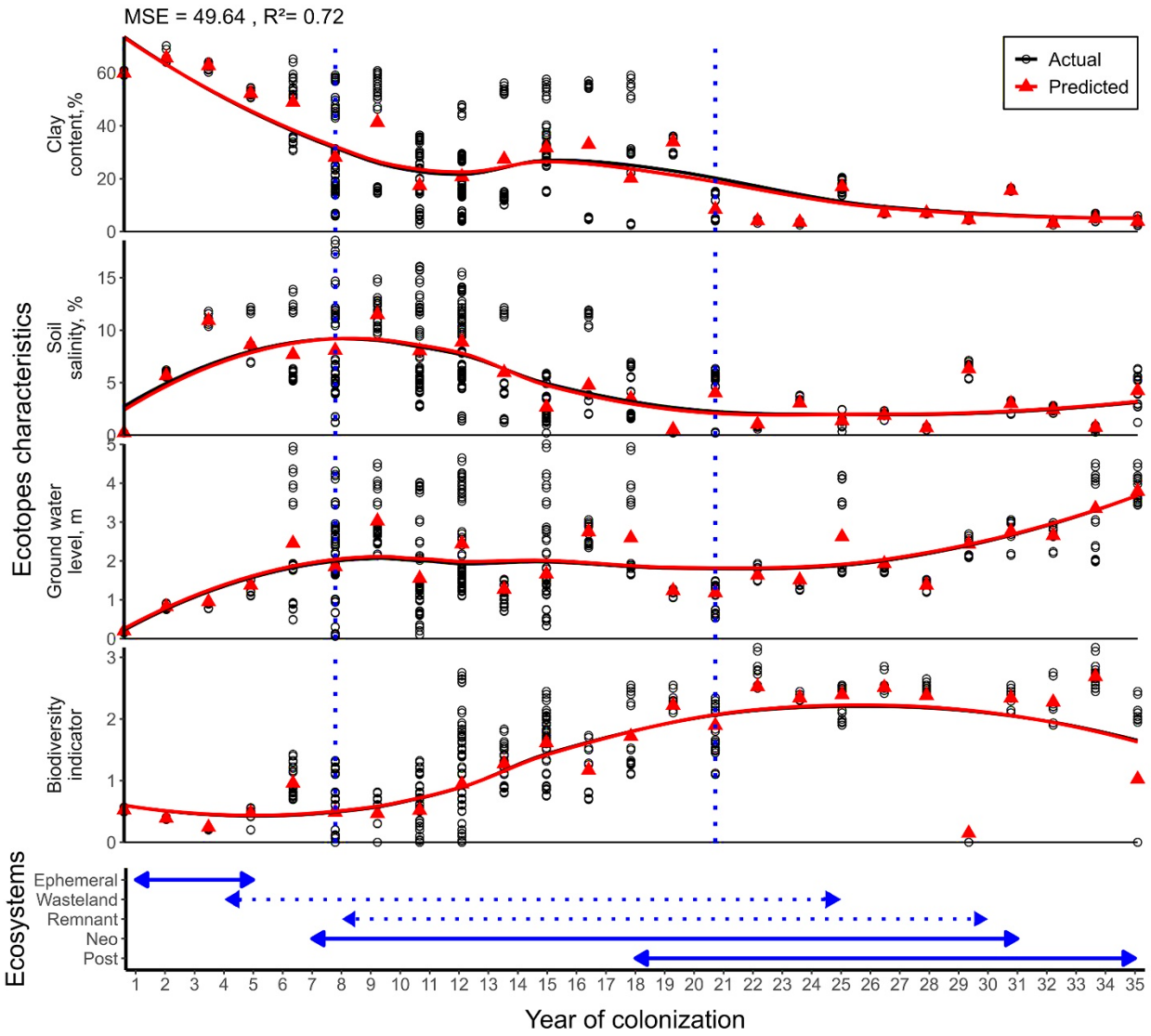


Рисунок 4. Фактическая и прогнозируемая (градиентный бустинг) регрессионная модель (MSE = 49,64; R^2 = 0,72) процесса колонизации видов в зоне ОДАМ и формирования различных типов экосистем на основе индекса биоразнообразия (Шеннона–Винера) в период с 1986 по 2021 гг.: вертикальные линии отражают интервалы «всплесков биоразнообразия» в процессе колонизации

В пятой главе диссертации, озаглавленной **«Формирование и развитие экосистем ОДАМ: временная динамика, сукцессия и прогнозы»,** изложены результаты о роли ландшафтной интерференции в формировании экосистем ОДАМ.

Установлено, что наложение почвенно-гидрологических градиентов формирует локальные «окна условий», определяющие альтернативные траектории колонизации, устойчивость или регрессию сообществ и степень фрагментации растительного покрова.

Пространственно-временная динамика классов TELCC за интервалы 1980–

1985, 1990–1995, 2000–2005, 2010–2015 и 2016–2022 гг. и прогноз до 2030 г. выявили направленные трансформации экосистем на фоне снижения уровня Аральского моря при приемлемой достоверности классификации ($к > 0.60$). До периода 2010–2015 гг. отмечено сокращение площадей эфемерных экосистем при одновременном увеличении долей неоэкосистем, постэкосистем, экосистем пустошей и остаточных экосистем. После окончательного высыхания Большого Арала (2016–2022 гг.) зафиксирован ускоренный рост площадей остаточных и постэкосистем, при сохранении данной тенденции в прогнозе до 2030 г.

Показано, что ранние этапы колонизации реализуются в эфемерных экосистемах, приуроченных к условиям неглубокого залегания грунтовых вод (GL1<1.0 м) и гидроморфных солончаков, где формируются слабо предсказуемые, кратковременные сообщества однолетних галофитов. Переходные состояния представлены неоэкосистемами, в которых вследствие резкой смены целостности и структуры ландшафтных единиц возрастает вероятность вселения видов различных экологических групп. Именно в зонах интерференции выявляются локальные «всплески биоразнообразия», отражающие наложение псаммофитных, галофитных и гидроморфных элементов и затрудняющие однозначную интерпретацию направления сукцессии.

Экосистемы пустошей интерпретируются как наиболее консервативная стадия гало-сукцессии, связанная с тяжёлыми почвами (MC1> 45%) и высокой засолённостью (SS3>7%), где ключевую роль играют многолетние супергалофиты (виды *Kalidium, Halocnemum, Halostachys*), выполняющие первичную пылеулавливающую функцию и способствующие накоплению песчаной фракции. Финальная стадия колонизации представлена постэкосистемами, формирующими устойчивую псаммофитную растительность на песчаных субстратах (MC4<10%) при более глубоком уровне грунтовых вод (GL4–GL5), что отражает закрепление песчаных ландшафтов и сближение флористического состава с пустынями Северо-Западного Кызылкума.

В целом показано, что переходы между типами экосистем ОДАМ не подчиняются строго линейной схеме, а реализуются как сочетание прогрессивных, регрессивных, циклических и фрагментарных сукцессий. Ведущим детерминантом скорости и направления колонизации выступает механический состав почв, тогда как влияние засолённости и уровня грунтовых вод сохраняется преимущественно в междюнных понижениях и иных интерференционных участках, являющихся очагами биоразнообразия и пространственными «узлами» сукцессионной перестройки.

ВЫВОДЫ

1. Современные фитоценозы осушенного дна Аральского моря представлены кейреуково-полынными сообществами гипсовых суглинисто-супесчаных почв; эфемерово-псаммофитными сообществами делювиальных поверхностей и микропонижений; кустарниково-саксауловыми сообществами стабилизированных супесчаных и песчаных аккумулятивных поверхностей;

галофитно-кустарничковыми сообществами остаточно-лагунных солончаков; прибрежно-водными и тугайно-луговыми сообществами гидроморфных условий; экстремальными пятнами однолетних галофитов, приуроченными к илистым засолённым понижениям. Эти типы растительности не образуют единой последовательной сукцессионной серии, а формируют систему перекрывающихся экологических доменов, отражающих действие нескольких независимых градиентов среды.

2. Структура растительности определяется эффектом ландшафтной интерференции, где геоморфологические, гидрологические и эдафические процессы накладываются друг на друга, формируя мозаичную сеть сукцессионных направлений и препятствуя установлению единого климаксового состояния.

3. Мозаичные и экотональные траектории развития растительности, где сочетание почвенных градаций создаёт зоны ландшафтной интерференции, сопровождается выраженными «всплесками биоразнообразия». Эти пересекающиеся экологические домены становятся ключевыми центрами флористической дифференциации и подтверждают существование множества альтернативных путей сукцессии.

4. Среди всех факторов решающую роль в прогнозировании колонизационной динамики растительности играет механический состав почв, тогда как степень засолённости и уровень грунтовых вод определяют пространственные ограничения поздних стадий сукцессии.

5. Пять выделенных типов экосистем чётко отражают смену растительности: переход от крайне нестабильных, спорадически заселённых поверхностей (эфемерные экосистемы, экосистем пустошей) к более организованным системам (неоэкосистема), а затем к формирующимся устойчивым биоценозам (постэкосистема). Каждая экосистемная стадия задаёт собственный режим сукцессионных процессов, определяя характер флористического разнообразия, уровень их устойчивости и особенности пространственной конфигурации.

6. Согласно прогнозным оценкам, на осушенном дне Арала будет происходить крупномасштабный переход от неустойчивых ландшафтных структур к более стабилизированным формам растительности, как это наблюдалось в период 1980-2025 гг. Прогноз на 2022–2030 гг. указывает на возрастающую роль стабильных песчаных и остаточно-тугайных сообществ в формировании будущей структуры экосистемы территории.

SCIENTIFIC COUNCIL DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M ON AWARD OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE INSTITUTE OF BOTANY

INSTITUTE OF BOTANY

POLVONOV FARRUKH ISMOILOVICH

STRUCTURE AND DYNAMICS OF VEGETATION ON THE DESICCATED BED OF THE ARAL SEA UNDER CONDITIONS OF LANDSCAPE INTERFERENCE

03.00.05 – Botany

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

Tashkent – 2026

The title of the dissertation in philosophy (PhD) is registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science, and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2026.2.PhD/B1797.

The dissertation has been carried out at the Institute of Botany.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the webpage of the Scientific Council (www.botany.uz) and on the website of "ZiyoNET" Information-educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:	**Adilov Bekhzod Abdullayevich** Doctor of Biological Sciences, senior researcher
Official opponents:	**Ebel Aleksandr Leonovich** Doctor of Biological Sciences, professor
	Tajetdinova Dilorom Mnajatdinovna Doctor of Philosophy, senior researcher
Leading organization:	**Karshi State University**

The defense of the dissertation will take place on November «27» 2026 at 14:00 at the meeting of Scientific council DSc.05/2025.27.12.B.23.01.M on award of scientific degrees at the Institute of Botany (Address: 32 Durmon yuli str., Tashkent, 100125, Uzbekistan. Conference hall of the Institute of Botany. Tel.: (99871) 262-37-95; Fax: (+99871) 262-79-38; E-mail: botany@academy.uz).

The dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of the Institute of Botany under № 91 (Address: 32 Durmon yuli str., Tashkent, 100125, Uzbekistan. Tel.: (+99871 262-37-95).

The abstract of the dissertation has been distributed on November «10», 2026.

Protocol at the register № 30 dated November «10», 2026.

K.Sh. Tojibaev
Chairman of the Scientific Council for awarding of the scientific degrees, Doctor of Biological Sciences, Academician

A.V. Maxmudov
Scientific Secretary of the Scientific Council for awarding of the scientific degrees, Doctor of Philosophy, senior researcher

Kh.F. Shomurodov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific Council for awarding the scientific degrees, Doctor of Biological Sciences, Professor

Introduction (abstract of PhD thesis)

The aim of the study is to determine the role of landscape interference in the formation and spatial organisation of the vegetation cover of the dried bed of the Aral Sea.

The objects of the research are the landscapes and phytocoenoses of the dried bed of the Aral Sea.

The scientific novelty of the study lies in the following:

a modern structural–floristic classification of vegetation of the dried bed of the Aral Sea has been developed, comprising six diagnostic vegetation blocks that reflect different combinations of abiotic conditions and degrees of landscape interference;

the leading ecological gradients governing the spatial organisation of phytocoenoses have been identified, and a three-pole system of successional directions determining the contemporary structure of the vegetation cover has been revealed;

the role and dynamics of edaphic factor gradients in vegetation colonisation processes and in the formation of different ecosystem types on the dried bed of the Aral Sea have been established;

zones of the most intensive landscape interference have been delineated, forming ecotonal domains that determine high floristic diversity and the divergence of successional trajectories.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific and applied results on the structure and dynamics of vegetation on the dried bed of the Aral Sea under conditions of landscape interference, the following outcomes were achieved:

through the application of a system of landscape metrics and the integration of vegetation blocks, a patent was obtained for the development “Pasture Map of the Dried Bed of the Aral Sea” (Intellectual Property Agency, Patent No. SAP 02340, dated 9 March 2022). The results enabled the development of a pasture classification for the dried bed of the Aral Sea, comprising 7 classes, 12 groups, 18 types, and 81 pasture units, as well as the completion of a digital cartographic inventory covering an area of 3,183,564 ha;

a digital database of floristic composition, including 253 species belonging to 131 genera and 36 families, represented within gypsophytic, halophytic, psammophytic, and tugai natural–territorial complexes of the dried bed of the Aral Sea, was integrated into the international portal Global Index of Vegetation-Plot Databases (GIVD, No. AS-UZ-003, https://www.givd.info). These results made it possible to reconstruct successional processes and to form digital global content on degraded ecosystems.

The volume and structure of the dissertation. The thesis consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of used literature and applications. The volume of the thesis is 99 pages.

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

I бўлим (I часть; Part I)

1. Adilov B.A., Shomurodov X.F., Polvonov F.I. Карта пастбищ осушённого дна Аральского моря. Агентство интеллектуальной собственности. Патент на промышленный образец № UZ SAP 02340 от 9 марта 2022 г.
2. Shomurodov Kh., Rakhimova T., Adilov B., Beshko N., Karimov F., Polvonov F. Current state of vegetation of the dried bottom of the Aral Sea. Environmental transformation and sustainable development in Asian region: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. – Vol. 629. – pp. 1-11. (№3 Scopus, CiteScore=0.6). https://doi.org/10.1088/1755–1315/629/1/012085
3. Adilov B.A., Shomurodov Kh.F., Polvonov F.I., Eshmuratov R.A., Tamambetova Sh. Changes in the Biomass of Vegetation in the Aral Sea Region. International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis. 2021. – Vol. 04. – pp. 676–683. (№12 Index Copernicus, IF 9.24).
4. Rakhimova N.K., Sharipova V.K., Sadinov J.S., Polvonov F.I. Ontogenetic structure of *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker coenopopulations on Vozrozhdeniya island. Science and innovation international scientific journal. 2023. – Vol.2 (2). – pp. 233-237. (№12 Index Copernicus, UIF 8.2). doi.org/10.5281/zenodo.7678776
5. Султамуратов А.Т., Тамамбетова Ш.Б., Адилов Б.А., Полвонов Ф.И., Шарипова В.К. Флора острова «Возрождения». Вестник Хорезмской академии Маъмуна. 2024–2/1. – С.100–106. (03.00.00; №12).
6. Султамуратов А.Т., Тамамбетова Ш.Б., Адилов Б.А., Полвонов Ф.И., Шарипова В.К. Сравнительный анализ флористических компонентов между островом “Возрождение” и прилегающими территориями. Наука и общество. 2024. (№2/1). – С. 40–42. (03.00.00; №18).
7. Bekhzod Adilov, Khabibullo Shomurodov, Tashkhanum Rakhimova, Azamat Sultamuratov, Farrukh Polvonov, Gulnora Begjanova, Zafarjon Jabbarov, Lei Wang, Zhenyong Zhao. Vegetation colonization and biodiversity dynamics on the exposed Aral Sea bed: A 35 years investigation. Ecological indicators. 2025. – Vol. 177. – 113789. – pp. 1-15. (№3 Scopus, CiteScore=14.3). https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113789
8. Polvonov F.I, Adilov B.A, Rakhimova N.K. Structure and pasture value of reed-tamarix vegetation on solonchak wetland habitats of the dried bed of the Aral sea. Advances in Science and Environment, 2026. – Vol.2(08). – pp. 3–7. (№14 ResearchBib, IF 9.35). https://doi.org/10.70728/envire.v02.i08.001
9. Rakhimova N.K, Sharipova V.K, Rakhimova T, Adilov B.A, Sultamuratov A.T, Sadinov J.S, Polvonov F.I, Mirzambetov A.N, Davletmuratova V.B, Tamambetova S.B Patterns of plant diversity change across arid landscapes of the Aral Sea region (Central Asia). Acta Biologica Sibirica. 2026. – Vol.12. – pp. 675–701. (№3 Scopus, CiteScore=1.6). https://doi.org/10.5281/zenodo.20625325.

II бўлим (II часть; Part II)

10. Адилов Б.А., Шомуродов Х.Ф., Полвонов Ф.И., Ешмуратов Р.А., Тамамбетова Ш. Изменение биомассы растительного покрова Приаральского региона. Актуальные вопросы естественных наук: Сборник материалов международной научно-теоретической конференции. Нукус. 15 мая. 2020. – С. 289–297.

11. Адилов Б.А., Полвонов Ф.И., Султанмуратов А.Т. Новые подходы инвентаризации растительного покрова осушенного дна Аральского моря с применением ГИС технологии и ДЗЗ данных. 2020 International Virtual Forum on Greening and Land Degradation Neutrality in Dryland. AFI. 1–2 December. 2020. – P. 356–362.

12. Polvonov F.I., Khabibullayev B. Sh., Sultamuratov A.T. Change in yield of stably formed and forming pasture differences in the dried part of the Aral sea. 10th International conference on scientific advances and challenges in biology. Scientific conference. Baku. May 6-7. 2021. – P. 345–349.

13. Султамуратов А.Т., Полвонов Ф.И. Псаммофильная растительность осушенного дна Аральского моря. Экологик маданиятни шакллантириш: институционал асослар ва ташкилий масалалар: республика илмий-амалий конференция материаллари. Тошкент. 5-сентябр. 2022. – 118–123 б.

14. Султамуратов А.Т., Полвонов Ф.И. Возможности дешифрования растительного покрова осушенного дна Аральского моря на основе ГИС программного обеспечения. Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья: материалы IX международной научно-практической конференции. Нукус. 16–17 ноября. 2023. – С. 32–35.

15. Polvonov F.I. Masofadan zondlash ma’lumotlaridan foydalangan holda Orol dengizi qurigan tubi o‘simliklar qoplami holatini o‘simlik indekslari orqali baholash. O‘zbekiston yosh Botanik olimlarining an’anaviy III Respublika anjumani: respublika ilmiy va ilmiy-amaliy konferensiyasi. Toshkent. 4 – oktyabr. 2023. – 64–67 b.

16. Sharipova V.Q., Shomurodov X.F., Raximova T., Adilov B.A., Raximova N.K., Habibullayev B.Sh., Polvonov F.I., Saitjanova U.Sh., Sadinov J.S., Sultamuratov A.T., Kairbayev A.Sh. Orol dengizi qurigan tubining o‘simliklar qoplami va florasi. Adliya vazirligining №BGU 00978 raqamli ma’lumotlar bazasi uchun guvohnoma. 16.03.2023.

17. Рахимова Н.К., Шарипова В.К., Садинов Ж.С., Полвонов Ф.И. Современное состояние некоторых редких видов на осушенном дне Аральского моря (Узбекистан). Экология родного края: проблемы и пути их решения: Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров. 24–25 апреля. 2023. – С. 109–112.

18. Polvonov F.I., Sultamuratov A.T. Orol dengizi qurigan tubi o‘simliklar qoplami o‘rganilish tarixi. Farg‘ona vodiysida biologik xilma-xillikni tadqiq etishning zamonaviy muammolari va rivojlanish istiqbollari: I Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Farg‘ona. 28–iyun. 2024. – 169–171 b.

19. Каримов Ф.И., Адилов Б.А., Полвонов Ф.И., Садинов Ж.С., Бегжанова Г.Т. ГИС-моделирование устойчивости растительности к изменению климата в

аридной зоне Средней Азии. Материалы XVII научного совещания географов Сибири и дальнего востока. Иркутск. 9-14 сентября. 2024. – С. 29–34.

20. Адилов Б.А., Полвонов Ф.И., Султанмуратов А.Т. Ландшафтная эволюция как фактор успешной колонизации растений на опустошённых территориях. Материалы XVII научного совещания географов Сибири и дальнего востока. Иркутск. 9–14 сентября. 2024. – С. 60–63.

21. Polvonov F.I. Soil-vegetation interactions and ecosystem succession on the desiccated Aral Sea bed. Advances in Agricultural, Biological and Biodiversity Conservation for Sustainable Development (ABCD–2025). Materials of conference. Karnataka. India. November 13-15. 2025. – P. 36.

22. Adilov B., Mirzambetov A., Shomurodov Kh., Polvonov F., Sultamuratov A., Begzhanova G. Vegetation Plot Database of the Desiccated Part of the Aral Sea Bed. GIVD Database ID: AS-UZ-003. 2025.07.10.

23. Полвонов Ф.И., Адилов Б.А., Султанмуратов А.Т. Эколого-фитоценотическая характеристика однолетнесолянково-смешанносаксауловой разности пастбищ на обсохшем дне Аральского моря. Scientific Challenges and Strategic Solutions Concerning Biodiversity, the Green Economy, and Ecological Balance” international scientific conference. Uzbekistan, Navoi. May 15–16. 2026. – С. 631–635.

24. Полвонов Ф.И., Адилов Б.А., Карлибаева М.А. Структура и пастбищное значение однолетнесолянково-сарсазаново-гребенщиковой растительности на засоленных понижениях обсохшего дна Аральского моря. Республиканской научно-теоретической конференции «Актуальные вопросы естественных наук» Нукус. 13–14 мая. 2026 г. – С. 227–232.

25. Полвонов Ф.И., Адилов Б.А., Н.К. Рахимова. Эколого-фитоценотическая характеристика эремоспартоново-селиново-сингреновой разности пастбищ на обсохшем дне Аральского моря. “Yashil iqtisodiy islohotlar doirasida oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash: institutsional, agroinnovatsion va ekologik yondoshuvlar” mavzusida Xalqaro miqyosida ilmiy-amaliy anjuman. Andijon. 22–23 may. 2026. – 647–653 b.

Avtoreferat « O‘zbekiston biologiya jurnali » jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:

9338

Bichimi: 84x60 $^{1}/_{16}$. «Times New Roman» garniturasi.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 2,75. Adadi 100 dona. Buyurtma № 48/26.

Guvohnoma № 851684.
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Alisher Navoiy ko‘chasi, 36 uy.
Tel: +99894-600-44-07