

**ҚОРАҚАЛПОҚ ТАБИЙ ФАНЛАР ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.02/30.12.2019.В.79.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**КОЧКАРОВА СЕВАРА АХМЕДЖАНОВНА**

**ОРОЛ ДЕНГИЗИНИНГ ҚУРИГАН ТУБИДА ЎСИМЛИК ҚАТЛАМИ  
СУКЦЕССИЯ ЖАРАЁНЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ**

**03.00.10 – Экология**

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ИЛМИЙ  
ДАРАЖАСИНИ ОЛИШ УЧУН ЁЗИЛГАН ДИССЕРТАЦИЯ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Нукус -2020**

**Биология фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

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

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

**Кочкарова Севара Ахмеджановна**

Орол денгизининг қуриган тубида ўсимлик қатлами сукцессия  
жараёнларини моделлаштириш .....3

**Кочкарова Севара Ахмеджановна**

Моделирование сукцессионных процессов растительного покрова  
на высохшем дне Аральского моря .....21

**Kochkarova Sevara Ahmedjanovna**

Modeling of the succession processes of the vegetation cover  
on the dried bottom of the Aral Sea.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

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

**ҚОРАҚАЛПОҚ ТАБИИЙ ФАНЛАР ИЛМИЙ-ТАДҚИҚОТ  
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.02/30.12.2019.В.79.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**КОЧКАРОВА СЕВАРА АХМЕДЖАНОВНА**

**ОРОЛ ДЕНГИЗИНИНГ ҚУРИГАН ТУБИДА ЎСИМЛИК ҚАТЛАМИ  
СУКЦЕССИЯ ЖАРАЁНЛАРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ**

**03.00.10 – Экология**

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ИЛМИЙ  
ДАРАЖАСИНИ ОЛИШ УЧУН ЁЗИЛГАН ДИССЕРТАЦИЯ  
АВТОРЕФЕРАТИ**

**Нукус -2020**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.3.PhD/В373 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Қорақалпоқ давлат университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.aknuk.uz](http://www.aknuk.uz)) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) жойлаштирилган.

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна</b> биология фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Шомуродов Хабибулло Файзуллаевич</b> биология фанлари доктори, профессор  <b>Матжанова Холида Казакбаевна</b> биология фанлари номзоди, доцент
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Ўзбекистон Миллий университети</b>

Диссертация ҳимояси Қорақалпоқ табиий фанлар илмий тадқиқот институти ҳузуридаги PhD.02/30.12.2019.В.79.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 230100, Нукус ш., Бердақ хиёбони, 41, институтнинг кичик мажлислар зали). Тел.: (+99861) 222-17-44, (+99861) 222-96-72, факс: (+99871) 222-17-44, e-mail: [aknuk@mail.uz](mailto:aknuk@mail.uz).

Диссертация билан Қорақалпоқ табиий фанлар илмий тадқиқот институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (\_\_\_ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 230100, Нукус ш., Бердақ хиёбони, 41. Тел.: (+99861) 222-17-44, (+99861) 222-96-72, факс: (+99871) 222-17-44).

Диссертация автореферати 2020 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ да тарқатилди.  
(2020 йил «\_\_\_» \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_\_ рақамли реестр баённомаси).

**Аимбетов Нагмет Каллиевич**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, академик, и.ф.д., профессор

**Утемуратова Гулширин Нажиматдиновна**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш илмий котиби, б.ф. PhD

**Тлеумуратова Бибигул Сарыбаевна**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш  
қошидаги илмий семинар раиси, ф-м.ф.д.

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Мавзунинг долзарблиги ва зарурати.** Ҳозирги вақтда бутун дунёда суғориладиган ерларининг иккиламчи шўрланиши, қирғоқ бўйи ва сув ўсимликлари, тўқай ва саксовул ўрмонлари майдонларининг қисқариши, ерларнинг завол топиши муаммосини ҳал қилиш долзарб масалани касб этмоқда. Бу эса, бирламчи фитоценозлар ва экотизимларнинг шаклланиш жараёнларини, сукцессия механизмларини ўрганиш табиий ресурслардан оқилона фойдаланиш заруриятини туғдиради. Натижада, экотизим даражасида чўлланишга қарши курашиш усулларини ишлаб чиқиш, Орол денгизи қуриган тубида фитоценозлар ривожланиши тенденцияларини аниқлаш ва прогноз қилиш экология соҳасида назарий ва амалий аҳамиятини касб этади.

Дунёнинг етакчи илмий марказларида табиий муҳит трансформацияси шароитида экотизимлар динамикасини прогноз қилиш усулларини ишлаб чиқиш бўйича кенг кўламли тадқиқотлар олиб борилиб, бунда ўсимликлар қопламида содир бўлаётган ўзгаришларни баҳолаш, ўсимликлар сон динамикаси тенденцияларни аниқлаш, юзага келиши мумкин бўладиган ўзгаришларни прогнозлаш, шунингидек, бузилган ҳудудларни қайта тиклаш, деградацияга учраган тупроқларнинг ўсимлик қопламларида фитомелиорация масалаларини ҳал қилиш ва Жанубий Оролбўйи экотизимларнинг биологик хилма-хилликни сақлашни тоқазо этмоқда.

Республикада давлат дастурлари ҳужжатлари асосида Оролбўйи минтақасини тиклаш ва ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш, Орол денгизи ҳалокатининг оқибатларини юмшатиш чора-тадбирларини ишлаб чиқиш ва минтақанинг экологик инқирози салбий таъсирларини камайтириш бўйича тадқиқотлар олиб борилиб муаян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида<sup>1</sup> «...илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий қилишнинг самарали механизмини яратиш» бўйича вазифалар белгилаб берилган. Юқорида вазифалардан келиб чиқиб, Орол денгизининг қуриган тубида сукцессион жараёнларини моделлаштиришнинг замонавий усуллардан фойдаланиш ўсимлик қопламини тиклаш ва демутиацион ўзгаришларни тезлаштириш каби самарали усулларини ишлаб чиқиш илмий-амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 18 январдаги «2017-2021 йилларда Оролбўйи минтақасини ривожлантириш Давлат дастури тўғрисида»ги ПҚ-2731 қарори, 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сонли фармони ҳамда бошқа меъёрий ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муаян даражада хизмат қилади.

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сонли фармони. - <https://lex.uz/docs/3107036>

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Ушбу тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Бугунги кунда, бирламчи сукцессияларнинг турли жиҳатларини акс эттирувчи хорижий илмий тадқиқотлар бўйича кўплаб нашрлар тўпланган (Geldyeva et al, 1998; 2001; Novikova et al, 2001; Wucherer, Breckle, 2001; 2003;). Кўпчилик мутахассислар томонидан денгиз бўйи текисликлари ёш ҳудудлари уларнинг ўсимликлар қоплами ва сукцессион ривожланишнинг турли босқичлари амалга оширилмоқда.

Ўзбекистонда бир қанча олимлар - Кабулов С.К., Сарыбаев Б., Кузьмина Ж.В., Рахимова, Т., Шомуродов Х.Ф., Шеримбетов С.Г., Матжанова Х.К., Рамазонов Б.Р. ва бошқалар томонидан Орол денгизи қуриган тубидаги ўсимликлар жамоаларининг шаклланиши уларда флористик хилма-хиллик, ҳудудий вақтинчалик тақсимланиш ареаллари бўйича илмий тадқиқот ишларини олиб борилган. Айтиш мумкин, Оролнинг қуриган тубини ўрганишга бағишланган тадқиқотларда математик моделлаштириш деярли фойдаланилмаган. Фақат Б.С. Тлеумуратованинг Жанубий Оролбўйидаги экологик жараёнларининг тизимли таҳлили келтирилган ишларини таъкидлаб ўтиш мумкин, хусусан, мазкур ҳудудда фитоценозлар ривожланишининг асосий омили бўлган Орол денгизи қуриган тубининг шўрланиш кўп йиллик динамикасини моделлаштириш амалга оширилган<sup>2</sup>. Мазкур масалаларни ҳал қилишда Оролбўйи сукцессион жараёнларнинг кўп йиллик динамикаси қонуниятларини мониторинг қилиш, агрегация жараёнларини баҳолаш долзарб илмий ва амалий аҳамиятга эга.

**Диссертация ишининг бошқа илмий-тадқиқот ишларининг режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Қорақалпоқ давлат университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг ПЗ-20170918120 «Жанубий Оролбўйи ҳар хил типтаги балиқчилик сув ҳафзаларининг ресурс потенциалини мониторинг қилиш ва уни амалга ошириш йўллари ишлаб чиқиш» (2018-2020 йй.) амалий лойиҳаси, шунингдек «Жанубий Оролбўйи ветландлар биохилма-хиллигини мониторинги» (2015-2019 йй.) GEF ва МФСА халқаро лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади:** Орол денгизи қуриган тубидаги ўсимликлар қоплами сукцессия жараёнларининг кўп йиллик динамикасини математик моделлаштириш йўли билан баҳолашдан иборат.

#### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

Орол денгизининг қуриган тубидаги ўсимликлар қопламининг ҳудудий-вақтинчалик тақсимланишининг асосий омилларини аниқлаш;

---

<sup>2</sup> Тлеумуратова Б.С. Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия // Автореф. ... д-ра физ.-мат. наук. – Ташкент, 2018. –209 с.

Орол денгизининг қуриган тубида фитоценозлар сукцессиялари қонуниятларини баҳолаш;

математик моделлаштириш асосида юқори даражада ҳудудий-вақтинчалик агрегация қилишнинг кўп йиллик динамика қонуниятларини аниқлаш;

қуриш вақтидан бошлаб, Оролнинг қуриган тубининг кескин кўпайиш динамикаси ва фитоценозларнинг умумий проекцион қопламасини таҳлил қилиш.

**Тадқиқотнинг объекти:** Орол денгизи қуриган тубидаги ўзгарувчан ўсимликлар қопламидан иборат.

**Тадқиқотнинг предмети** сифатида фитоценозларнинг ҳудудий-вақтинчалик динамикаси ва уларнинг экологик хусусиятларидан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Ишда TURBOVEG ва JUICE ботаника ахборот тизимлари воситасида экологик, геоботаника ва статистик, математик моделлаштириш ҳамда QGIS дастури усулларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

илк бор математик моделлаштириш усуллари асосида Орол денгизи қуриган тубининг турли ҳудудларидаги ўсимликлар қоплами кўп йиллик динамикаси ва хусусиятлари аниқланган;

Орол денгизи соҳилларидаги тупроқларининг шўрланиш динамикасига боғлиқ ўсимликлар қопламидаги сукцессион жараёнларининг шаклланиш динамикаси қонуниятлари аниқланган;

илк бор фитоценоз эволюциясининг асосий омиллари Орол денгизи қуриган тубида чангли буронлар натижасида тупроқларнинг шўрланиши, тузларнинг шамол билан кўтарилиши ҳолатлари аниқланиб, ушбу омилларнинг микдорий баҳолаш усуллари ишлаб чиқилган;

Орол денгизи қуриган тубининг умумий проекцион қопламасининг пасайиш қонуниятларининг нозичиқли эканлиги аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

Орол денгизининг қуриган тубида ўсимлик қатлами сукцессия жараёнларининг қонуниятларини моделлаштириш асосида ўрганилган ва Оролбўйи экотизимлар ҳолати ўсимликлар жамоасининг сукцессион жараёнлари динамикаси мониторингини ўтказиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

Орол денгизининг қуриган тубини фитомелиорация қилиш бўйича чоратадбирларни ишлаб чиқиш, ва деградацияланган экотизимларни яхшилаш мақсадида экстремал шароитларга мослашиш механизмини назорат қилиш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** моделлаштириш натижалари дала кузатувлари билан ратификация қилинганлиги ҳамда тадқиқотчиларнинг Орол қуриган тубида да фитоценоз динамикаси бўйича ҳулосаларига мос келиши, шунингдек хатоларни ҳисоблаш стандарт усуллар, ўртача ишонччилик интерваллар, стандарт четланишлар тажриба-синов маълумотларига статистик ишлов беришнинг аниқлиги билан асосланади.

### **Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти экотизимли экология соҳасида ўсимлик қатлами сукцессия жараёнларини моделлаштириш, флористик ва геоботаник районлаштириш, экологик мониторинг ва арид экотизимларнинг биологик хилма-хиллигини сақлаш, фитомелиорация ишлар олиб бориш ва экологик тангликнинг салбий таъсирини камайтириш бўйича олинган маълумотлар Оролбўйи ҳудудида ўсимликлар флорасини кадастрини тузиш ва биологик хилма-хиллигидан фойдаланишда назарий ва амалий муаммоларни ечишни таъминлаши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, аниқланган динамика қонуниятлари ва сукцессион каторлар ўсимликлар хилма-хиллиги мониторинги ҳамда ўсимликларнинг табиий ва антропоген омиллар таъсирида ўзгаришини прогноз қилиш учун асос бўлади. Тажриба-синов тадқиқотлари давомида олинган натижалар Жанубий Оролбўйи ҳудудида нефть ва газ саноати ривожланиши билан боғлиқ техноген омиллар таъсирида деградацияга учраган ўсимликлар қопламларини қайта тиклашда илмий асос бўлиб хизмат қилади.

### **Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.**

Орол денгизининг қуриган тубида ўсимликлар қопламининг сукцессион жараёнларини моделлаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Орол денгизининг қуриган тубида фитоценозлар динамикасини прогноз қилишда математик моделлаштириш усуллари Қорақалпоғистон Республикаси Ўрмон хўжалиги фаолиятига Экотизимларда сукцессия жараёнларини баҳолашда ва ўсимликлар қоплами деградация ҳолатининг юзага келишини аниқлашда жорий қилинган (Қорақалпоғистон Республикасининг Ўрмон хўжалиги давлат қўмитасининг 2020 йил 5 августдаги 330-сонли маълумотномаси). Натижада экотизимларнинг экомониторинг қилиш комплекс дастурини амалга ошириш ҳамда Жанубий Оролбўйи ўсимлик қопламига Орол денгизи қуришининг салбий таъсирини камайтириш бўйича чора-тадбирлар ишлаб чиқиш имконини берган;

ўсимликлар қоплами динамикаси ва ўзига хос экологик хусусиятларини худудий-вақтинчалик тақсимланиши ва қуриган ўсимликларнинг тикланишини прогнози қилиш бўйича олинган натижалар Қорақалпоғистон Республикасининг Экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш қўмитаси фаолиятига Орол денгизи қуриган тубида ўсимликлар қопламини инвентаризация қилиш ишларини амалга оширишда жорий қилинган (Қорақалпоғистон Республикасининг Экология ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш қўмитасининг 2020 йил 4 августдаги 02/18-1465-сонли маълумотномаси). Натижада Жанубий Оролбўйи минтақасининг экологик хавфсизлиги ва атроф муҳитни муҳофаза қилиш соҳасида дастурларни ишлаб чиқиш ва чора-тадбирларни амалга ошириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари, 10 та жумладан 8 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида баён қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий мақола ва тезислариш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларни чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 5 та илмий мақола, жумладан 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда чоп этилган.

**Диссертация таркиби ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўрт боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан ташкил топган бўлиб, умумий ҳажми 138 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш қисмида** тадқиқот мавзусини долзарб заруриятига асосланган, мақсади, вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республикада фан ва технологияларни ривожлантириш устувор йўналишларига мослиги кўрсатилиб, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган бўлиб, амалиётга жорий қилиниши, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертация «**Орол денгизи ва ўнинг қуриган туби динамикаси**» деб номланган биринчи бобидаги адабиётлар тахлили шуни кўрсатади, антропоген чўлланиш ва ерларнинг деградацияси билан бирга кечаётган Орол экологик танглиги шунингдек, ерларнинг иккиламчи шўрланиши ҳам келтириб чиқарган ва шўрхок чўллар ҳудудини аҳамиятли даражада кенгайтирган. Маҳаллий ва эпизодик характерга эга тажриба-синов ишлари билан бир қаторда Орол денгизининг қуриган тубида фитоценознинг кўп йиллик динамикасини агрегацияланган тахлили зарур бўлиб, у мазкур ҳудудда йиллар давомида ҳамда сукцессияларнинг табиий кечиши билан солиштириб тўғриланган ўсимликларнинг экстремал шарт-шароитларга мослашиши механизмлари ҳақида маълумот беради. Ушбу йўл билан ҳамда математик моделлаштиришдан фойдаланган ҳолда бажарилган мазкур ишимизнинг асосий мақсади Орол денгизи қуриган тубида (ОҚТ) фитоценознинг табиий эволюцияси ва яшовчанлигининг асосий қонуниятларини аниқлашдан иборат.

Диссертациянинг «**Тадқиқотда ўрганилаётган ҳудуд бўйича материаллар, усуллар ва унинг физикавий-географик тавсифи**» деб номланган иккинчи бобида мақсад ва белгиланган вазифалардан келиб чиққан ҳолда методлар, методик услублар ва тадқиқотнинг ҳажми тақдим қилинган. Мазкур тадқиқотнинг асосий методологиясини математик моделлаштириш ва эколотизимли ёндашув ташкил қилади. Ҳар қандай табиий жараённинг кўп йиллик динамикасини моделлаштириш маълумотлар қаторларини агрегация қилиш, соддалаштириш, текислаш ҳамда математик кутиш траекториясининг тахлилий функцияларга аппроксимация қилишни кўзда тутди. Мазкур ҳолда агрегация лойиҳавий қоплама ва тузга чидамлилиқ каби хусусиятларни ўсимликлар турлари бўйича статистик

жихатдан ўртача ҳисобга келтиришдан иборат. Тадқиқотлар 2018-2020 йиллар давомида Ақтумсук метеостанциясидан 8 км масофа узоклигида булган ҳудудда тўпланган материаллар асосида Орол денгизи қуриган тубида ўсимликлар эволюциясининг математик модели қурилди (1- расмга қаранг).



1-расм. Орол бўйи ҳудуди тажриба ўтказилган майдонларнинг кўриниши (2018-2020 йй.)

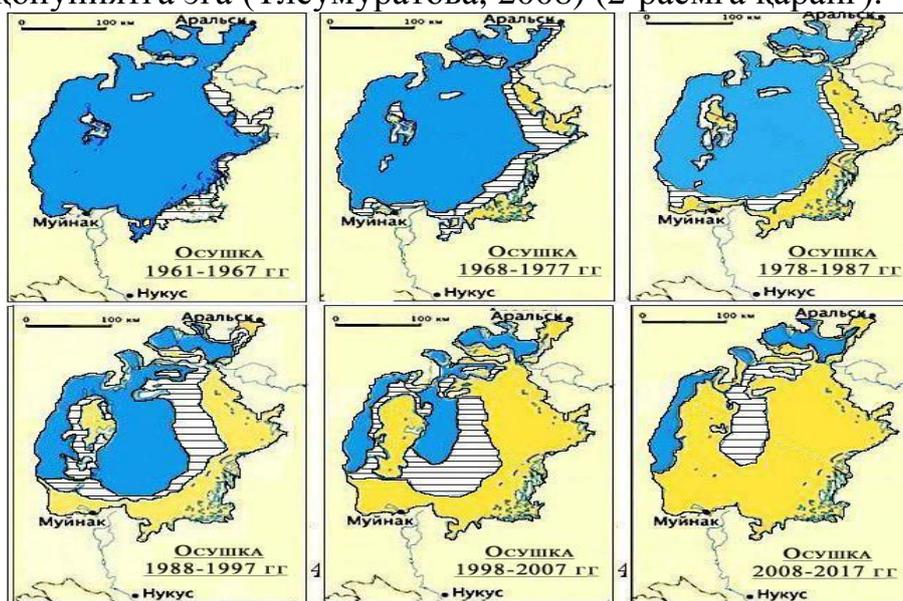
Ўсимликлар қопламасининг жойлашиш тавсифи умумий йўналиш олиш мақсадида тадқиқ қилинаётган ҳудуддан, шунингдек ўсимликлар жамоаларининг рельеф, тупроқлар, туроқнинг намланиши, шўрланишининг ўзига хос хусусиятлари каби маҳаллий шарт-шароитлар билан экологик алоқаларини ўрнатишдан бошланади.

Диссертациянинг «Ўсимликлар қопламанинг сукцессион жараёнлари динамикаси», деб номланган учинчи бобида, унда Орол денгизи қуриган тубида ўсимликлар қопламанинг шаклланиши ва сукцессия жараёнлари ривожланишининг тадқиқи ва унинг натижалари келтирилган. Сукцессион алмашинув тадқиқи анъанавий равишда экотизимларнинг фақат ўсимликлар компонентини ўрганиш доирасида олиб борилган. Шуни таъкидлаб ўтиш зарурки, катта ҳудудларда бир яшаш жойда ўсимликлар, тупроқлар, гидротермик тартиб ва озуқа моддалари элементларининг айланишларини ўрганишни деярли бажариб бўлмайди. Шунинг учун, қоидага кўра, фақат ўсимликлар динамикаси батафсил тавсифланади, ва ундан сўнг сукцессион алмашинувлар йўналишлари ва механизмлари тўғрисида турли назарий тасаввурлар қурилади.

Ҳозирга қадар Орол денгизи қуриган тубида фитоценозлар сукцессияси қонуниятларига бағишланган тадқиқотлар ҳали ҳам етарли эмас. Т.А. Работнов (1978) фикрига кўра, яланғочланган ерларнинг ўсимликлар билан қопланиши бир қатор босқичларни босиб ўтади: биринчи ўсимлик-пионерни

экиш ва унинг ценотик популяцияларини шакллантириш; ўсимлик ценозларини яратишда пионернинг максимал иштироки; фитоценозлар таркибида пионер-ўсимликлар иштирокини камайтириш, кўп ҳолларда уларнинг бутунлай чиқиб кетиши. Шу билан бирга таъкидлаш керакки, ўсимликлар жамоаларининг ушбу изчиллик билан алмашинуви, аввало, ер-тупроқларнинг сув ва туз режимларининг ўзгариши, уларнинг дефляцияси, шамол учириб келган кум қопламали денгиз бўйидаги тупроқларнинг шаклланиши каби омиллар билан шартланган. Давом этаётган аридланиш шароитларида охириги йилларда бу ерда қора саксовуллар ва псаммофил буталар жамоалари шаклланмоқда. Ўзбекистон Республикаси Ҳукумати томонидан ишлаб чиқилган Орол денгизининг қуриган тубидан кўтарилаётган тузлар салбий таъсирини камайтириш ва кумларни мустаҳкамлаш бўйича чора-тадбирлар муносабати билан мазкур ҳудудларни фитомелиорация қилиш бўйича кенг кўламли ишлар олиб борилди.

Диссертациянинг «**Оролнинг қуриган тубида фитоценозлар динамикасининг концептуал модели**» деб номланган тўртинчи бобда Орол денгизи қуриган тубида фитоценозлар шаклланишини математик моделлаштириш натижалари келтирилган. Маълумки, ўсимликлар намлик ва ҳароратнинг муайян режими ўрнатилгандагина аҳамият касб этади. Денгиз қуриган тубининг тупроқ қопламанинг денгиздан олислиги ва сув қуришнинг давомийлигига боғлиқ равишда ўсимликлар билан қопланиши ўзига хос қонуниятга эга (Глеумуратова, 2008) (2-расмга қаранг).

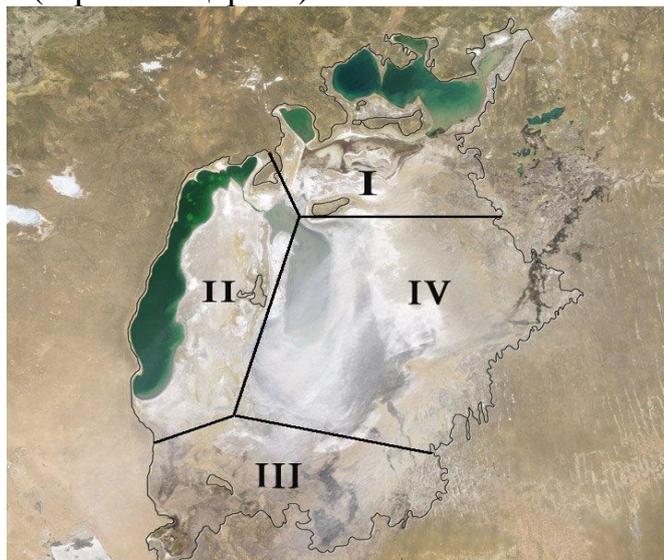


**2-расм. 1961-2017 йиллар давомида Орол денгизининг кўп йиллик қуриши динамикаси (штрихланган соҳалар)**

Моделлаштириш даври – 1968-2017 йй. – ўн йилликларга бўлинган, чунки бу давр жиддий табиий трансформациялар учун минимал вақт ҳисобланади. Тегишли равишда суви қуриган туб 1968-1977 йй., 1978-1987 йй. ва ҳ.к. қуриш узун зоналарига бўлинган.

Денгизнинг қуриган туб ҳудуди литологик, орографик ва иқлимий жиҳатдан аҳамиятли даражада бир хил эмаслиги ОҚТ фитоценози

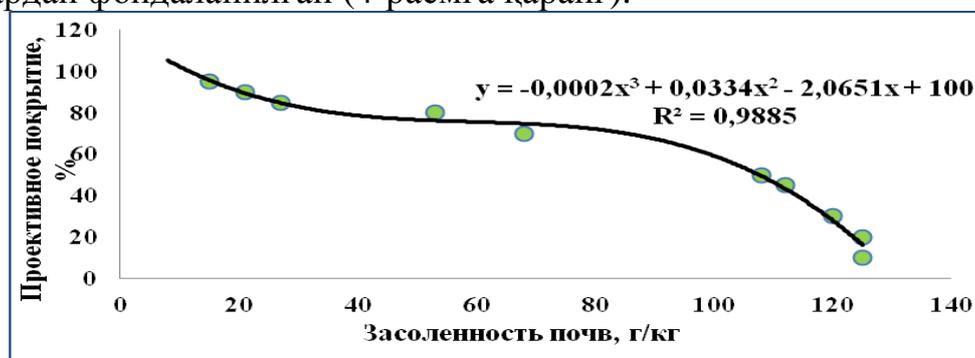
динамикасининг яхлит моделини куришни истисно қилади. У шартли равишда 4 қисмга бўлинади, уларни моделдаги агрегациялаш учун қабул қилинган даражада ҳамда юқорида кўрсатилган тавсифлар бўйича бир хил деб ҳисоблаш мумкин (3-расмга қаранг).



3-расм. Моделда ОҚТ ни шимолий (I), ғарбий (II), жанубий (III) ва шарқий (IV) қисмларга бўлиниши

ОҚТ нинг шимолий ва жанубий қисмлари ХХ асрнинг 90-йилларидан бошлаб ижобий антропоген таъсирлар остида бўлгани (Кўкорол тўғони ва делта сув ҳавзалари тизими), эпизодик равишда сув чиқариб юборилиши оқибатида фитоценознинг табиий динамикаси тегишли ҳолда барқарорлигини йўқотган, мазкур ишимизда ОҚТ нинг фақат ғарбий ва шарқий қисмлари моделлаштирилган.

Модел сифатида Россия Фанлар академияси Океанология институти олимлари ва диссертант иштирокида ўтказилган экспедициялар давомида олинган дала тадқиқотлари маълумотлар асосида ишлаб чиқилган регрессион моделлардан фойдаланилган (4-расмга қаранг).



4-расм. Ўсимликлар қоплами зичлигининг тупроқлар шўрланганлигига боғлиқлиги

ОҚТ нинг ғарбий қисмида фитоценознинг кўп йиллик динамикаси учун натижавий тенглама умумий лойиҳавий қопламнинг тупроқлар шўрланганлигига боғлиқлиги функцияси ( $f_1$ ) ва тупроқлар

шўрланганлигининг қуриш вақитга боғлиқлиги функцияси ( $f_2$ ) суперпозициясини ифодалайди:

$$\delta_f(T) = f_1(f_2(T)), \quad (1)$$

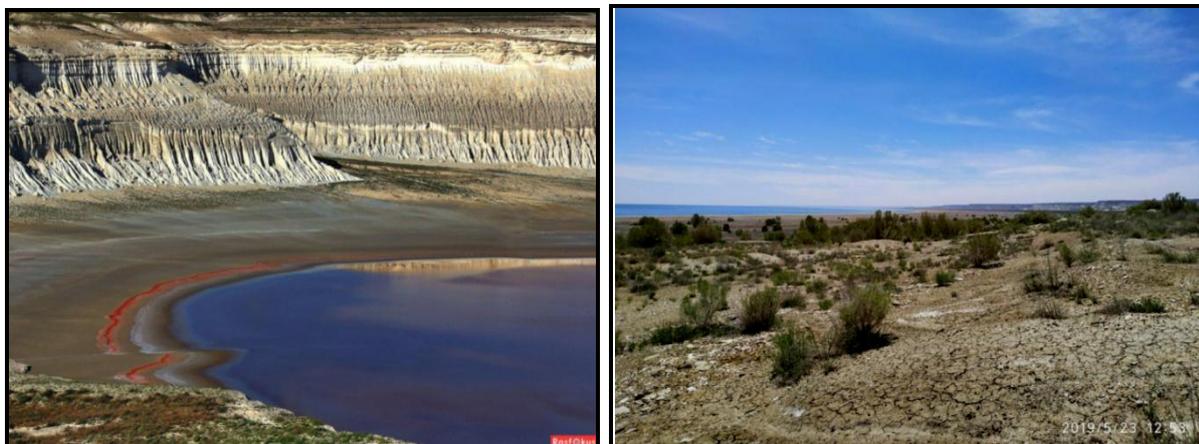
$$f_1(S) = -0,0002S^3 + 0,0334S^2 - 2,0651S + 100, \quad (2)$$

$$f_2(T) = S(T) = \begin{cases} -1,5 * T + 38, & 1968 - 1977 \text{ г.} \\ -2,7 * T + 66, & 1978 - 1987 \text{ г.} \\ -3,48 * T + 94, & 1988 - 1997 \text{ г.} \\ -3,66 * T + 110, & 1998 - 2007 \text{ г.} \\ -3,8 * T + 120, & 2008 - 2017 \text{ г.} \end{cases} \quad (3)$$

бунда  $\delta_f(t)$  – ўсимликлар қопламининг умумий лойихавий қоплами,  $S$  – тупроқлар шўрланганлиги (г/кг),  $T$  – қуриш вақти. Қуриш вақти деганда мазкур участканинг собиқ денгиз тубидан кунлик юзага чиқиши вақтидан ўтган йиллар сони тушунилади.

Моделнинг агрегация даражаси ғарбий қирғоқ орографиясининг бир хиллигига йўл қўяди, бу ишлаб чиқилган моделнинг Оролнинг бутун ғарбий қирғоғига нисбатан қўлланилишини асослаб беради.

Илгари Орол денгизининг ғарбий қирғоғи бўлган Устюрт платосининг шарқий чинки  $44^{\circ}37'$  ш.к.;  $57^{\circ}38'$  ш.у. дан  $46^{\circ}15'$  ш.к.;  $58^{\circ}20'$  ш.у. гача чўзилган. ОҚТ икки кескин чегараланган соҳани ифодалайди: тиклиги  $50-60^{\circ}$  ва ўртача баландлиги 250 м. ташкил қилган жарлик (чинк) ва ўртача нишаби  $15^{\circ}$  ташкил қилган пляж (5-расмга қаранг). Ушбу литологик хилма-хиллик ўсимлик қоплами ва шўрланганлик жараёнларидаги фарқларни шартлаб беради. Қияликдаги жараёнларнинг ўзига хос хусусияти моделлаштиришнинг 1-4 ўн йилликлар даврида тупроқларнинг нисбатан тез шўрланишида намоён бўлади.



5-расм. ОҚТ нинг чинк бўйи зонасининг ландшафтлари

ОҚТ нинг чинк бўйи зонасида ўсимликлар қопламининг ривожланиши экологик режимларнинг барқарорланиш томонига ўзгариши билан бирга кечеди ва шу билан бирга қисқа муддатли фитоценозларнинг моно-доминант бир қаватли ўтсимон фитоценозларга, сўнг сув қуришдан 4-6 йилдан кейин икки-уч қаватли дарахтли-бутали фитоценозларга алмашилиши билан

тавсифланади. Галофит-юлғунли фитоценозлар худуд аридизациясининг бошланғич даврига хос. Даврнинг давомийлиги 5-6 йилга яқин. Сўнг фитоценозларни экишнинг кейинги даврларидан бири галоксерофил ўсимликлар жамоалари – *Haloxylon aphyllum*, *Salsola orientalis*, *Anabasis salsa* бўлиши мумкин.

Рақамли тажриба-синовлар давомида ер-тупроқларнинг шўрланганлигидан ташқари ОҚТ дан тузларнинг шамол билан учириб чиқарилиши ўсимликлар қопламнинг ёмонлашишининг жиддий омили эканлиги аниқланди. Ҳозирги вақтда вегетация даврида ўртача ҳисобда 250 кг/га ёғилади. Бунда умумий проекцион қоплам 20-30% га етади. Шунинг учун модел (1) ҳисоблашнинг икки варианты бажарилган:

1) фитоценоз динамикасининг бирдан-бир омили тупроқларнинг шўрланганлик тахмини бўйича (1-жадвал);

#### 1-жадвал

**Тупроқларнинг шўрланганлигига (г/кг) боғлиқ ҳолда суви қуриган тубнинг ғарбий қисмида чинк бўйи участкалари фитоценозининг макон-вақтдаги динамикаси (%)**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$f_2(T)$	$\delta_f(t)$	$f_2(T)$	$\delta_f(t)$	$f_2(T)$	$\delta_f(t)$
1	36,50	59,40	30,50	62,41	23,00	67,74	8,00	85,51
2	63,30	52,38	52,50	54,70	39,00	58,40	12,00	79,68
3	90,52	42,93	76,60	48,66	59,20	53,31	24,40	66,59
4	106,34	22,91	91,70	41,85	73,40	49,28	36,80	59,27
5	116,20	3,03	101,00	26,08	82,00	44,97	44,00	56,76

#### 2-жадвал

**Тупроқларнинг шўрланганлигига (г/кг) ва тузларнинг шамол билан учириб чиқарилишига боғлиқ ҳолда суви қуриган тубнинг ғарбий қисмида чинк бўйи участкалари фитоценозининг динамикаси (%)**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$
1	36,50	50,04	30,50	53,05	23,00	58,38	8,00	76,16
2	63,30	34,12	52,50	36,44	39,00	40,14	12,00	61,42
3	90,52	14,83	76,60	20,57	59,20	25,21	24,40	38,49
4	106,34	21,81	91,70	40,76	73,40	48,18	36,80	58,17
5	116,20	1,94	101,00	24,98	82,00	43,88	44,00	55,67

2) тузларнинг шамол билан учириб чиқарилиши оқибатида туз заррачаларининг ўсимликлар илдизлари устки қисмининг импульверизацияси йўли билан ўсимликлар қопламига таъсирини ҳамда туз заррачаларининг ёғинлар билан бирга инфильтрацияси оқибатида тупроқларнинг шўрланганлигининг ортишини ҳисобга олган ҳолда (2-жадвал). Бунда тенгламага (2) тегишли ҳад  $-C(N)/C_{кр}$  қўшилади:

$$f_l(S) = -0,0002S^3 + 0,0334S^2 - 2,0651S + 100 - C(N)/C_{кр} \quad (4)$$

бунда  $C(N) = 3,3kV$  – атмосферанинг тупроқнинг юз қатламидаги тузларнинг ўртача концентрацияси ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ),  $C$  – тузларнинг критик концентрацияси, бунда ўсимлик нобуд бўлади ( $1500 \text{мкг}/\text{м}^3$ ).

1- ва 2-жадвалларнинг биринчи устунда ўн йилликлар тартиб рақамлари белгиланган, моделлаштириш даври уларга мувофиқ бўлинган:  $N=1$  1968-1977 йилларга тўғри келади,  $N=2$  1978-1987 йилларга тўғри келади ва ҳоказо. Сўнг ҳар бир ўн йиллик учун жуфт-жуфт кўринишда сув қиришининг  $T$ -йилида тупроқларнинг шўрланганлиги ( $\text{г}/\text{кг}$ ) ҳамда унга тегишли лойиҳавий қоплам (%) келтирилган. Моделлаштириш натижалари Орол денгизи тубининг қуриб бораётган зоналарида умумий проекцион қопламнинг ночизикли камайиши тўғрисида гувоҳлик беради. Ўсимликлар кўпайиши жараёнининг энг паст суръатлари сув қиришнинг биринчи йилига хос.  $T$  нинг ортиши билан турли ўн йилликлар учун суръатлардаги фарқ секин-аста камайиб боради. Икки вариант бўйича моделлаштириш натижаларини дала тадқиқотлари маълумотлари билан солиштириш иккинчи вариантнинг кўпроқ мос келишини ва, демак, фитоценоз динамикаси моделарида тузларнинг шамол билан учуриб чиқарилиши омилини ҳисобга олиш зарурлигини кўрсатди (3-, 4-жадваллар).

### 3-жадвал

**Дала тадқиқотлари ва моделлаштириш натижаларига мувофиқ, тупроқларнинг шўрланганлигига ( $\text{г}/\text{кг}$ ) боғлиқ ҳолда суви қуриган тубнинг чинкбўйи қисми фитоценозининг динамикаси**

N	T=1			T=5			T=10		
	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	тафовут	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	тафовут	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	тафовут
1	55,2	59,40	4,2	62	62,41	0,41	59	67,74	8,74
2	30	52,38	22,38	35	54,70	19,7	60	58,40	-1,6
3	35	42,93	7,93	48	48,66	0,66	21	53,31	32,31
4	16	22,91	6,91	40,38	41,85	1,47	-	49,28	-
5	1	3,03	2,03	20	26,08	6,08	-	44,97	-

**Изоҳ:**  $H\delta_f(t)$  – дала тадқиқотлари маълумотлари,  $P\delta_f(t)$  – ҳисоблаш маълумотлари

### 4-жадвал

**Дала тадқиқотлари ва моделлаштириш натижаларига мувофиқ, бўйича тупроқларнинг шўрланганлигига ( $\text{г}/\text{кг}$ ) ва тузларнинг шамол билан учуриб чиқарилишига боғлиқ ҳолда суви қуриган тубнинг чинкбўйи қисми фитоценозининг динамикаси**

N	T=1			T=5			T=10		
	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	тафовут	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	тафову т	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	тафовут
1	55,2	50,04	-5,19	62	53,05	-8,95	59	58,38	-0,62
2	30	34,12	4,12	35	36,44	6,44	60	40,14	-19,86
3	23	14,83	-8,17	30	20,57	-9,43	21	25,21	4,21
4	16	21,81	5,81	40,38	40,76	0,38	-	48,18	-
5	1	1,94	0,94	20	24,98	14,98	-	43,88	-

**Изоҳ:**  $H\delta_f(t)$  – дала тадқиқотлари маълумотлари,  $P\delta_f(t)$  – ҳисоблаш маълумотлари

Ҳисоблашнинг биринчи вариантыда кузатувларининг бутун даврида ўртача тафовут  $k=8,55$  ни ташкил қилди, ҳисоблашнинг иккинчи вариантыда эса ушбу кўрсаткич катта бўлмасдан  $k= -1,18$  ни ташкил қилди, бу тузларнинг шамол билан учуриб чиқарилиши омилининг жиддийлигини кўрсатади, уни ҳисобга олиш моделнинг аниқлигини 14% га оширади.

Умуман олганда, кирувчи маълумотлар хатолари, усул хатоси ва ҳисоблаш хатоси суммасини ўзида ифодалаган модел хатоси 13% ни ташкил қилади, бу моделни физикавий воқеликнинг етарли даражада аниқ имитацияси деб ҳисоблаш имконини беради ва ОҚТ ғарбий қисмида фитоценоз динамикасининг аниқланган қонуниятлари мослигини асослаб беради.

Тупроқлар шўрланганлиги динамикасининг таҳлилий ифодада қайд қилинган қонуниятларидан ((2) тенгламалар) ташқари, турли ўн йилликларда сув қуриш учун  $T$  сув қуриш вақти бўйича фитоценозлар умумий проекцион қопламининг динамикаси аниқланган:

$$\delta_f(t_1) = 129,18e^{-0,695x}$$

$$\delta_f(t_5) = 2,6943N - 21,348N + 69,566$$

$$\delta_f(t_{10}) = 4,6986N^2 - 30,287N + 82,336$$

бунда  $N$  – моделлаш давридаги ўн йиллик тартиб рақами. Таъкидлаб ўтиш керакки, сув қуришнинг 1-йили учун тренднинг умумий проекцион қопламининг динамикасининг пасайишга экспоненциал йўналганлиги, сув қуришнинг 5- ва 2-ўн йилликлари учун тренднинг тадқиқ қилинаётган ҳудудда фитоценозларнинг умумий проекцион қопламининг динамикаси пасайишига полиноминал йўналганлиги аниқланган.

ОҚТ нинг шарқий қисми учун регрессион моделларнинг мураккаб тизимидан фойдаланилган, улар Орол денгизи сув-туз режими, постаквал қуруқлик ва ўсимлик қоплами проекцион қопламининг шўрланганлиги кўп йиллик динамикасини (1966-2017 йй.) тизимли имитацион моделлаштириш натижалари асосида олинган<sup>3</sup>. Постаквал қуруқликнинг устки қатламларида (илдизлар яшаш жойларининг ўрта даражаси) туз захиралари 1) ер ости сувлардан намнинг буғланиб кетиши оқибатида тузларнинг кўчирилиши, 2) денгиз регрессияси давомида сувда эрийдиган тузларнинг депозити ва 3) тузларнинг шамол билан чиқарилиши каби уч жараён билан белгиланади:

$$S_{лс}(N) = S_{SDB}(N) + S_{SALT}(N) - 0,4[V(N)/S_{сол}(N)], \quad (1)$$

бунда  $N$  – моделлаштириш даврида ўн йилликнинг тартиб рақами,  $S_{SDB} = 6,2547 \exp(0,8499N)$  – қирғоқ чизиги орқага чекинганда, ер усти тупроқ уфқида қолган тузлар миқдори,  $S_{SALT}$  – ер ости сувларидан буғланиб кетадиган тузлар, формула бўйича ҳисобланади ва ўн йилликларга биноан ўрта ҳисобда кўрсатилади:

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

<sup>3</sup> Тлеумуратова Б.С. Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия // Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. – Ташкент, 2018. – 209 с.

бунда  $T=1, 2, 3 \dots$  -  $ПС$  ҳисоблаш нуқтаси қуриш вақти,  $t$  – Орол денгизининг трансформацияси (суви қуриш) вақти.

Тенглама (1) коэффициентлари учун ишончлилиқ ўртача баҳоси  $R^2=0,911$  билан қуйидаги ифодалар олинди:

$$A(t)=-0,00001, \quad B(t)=0,00002t + 0,0007, \quad C(t)=-0,00069t - 0,01455, \\ D(t)= 0,0116t + 0,0434, \quad E(t)=0,0419t + 0,094.$$

$A$  нуқтасида фитоценоз динамикаси, қуриш вақти  $T$  ва Орол денгизининг қуриб бориш вақти  $t$ , шунингдек тупроқлар шўрланганлиги ва тузларнинг шамол билан олиб чиқилиши билан боғлиқ ҳолда, қуйидаги формулада ифодаланади:

$$\delta_f(T, t) = -0,0002x^3 + 0,0334x^2 - 2,0651x + 100 - C(N)/C_{кр} \quad (3)$$

бунда  $x=S_{ПС}$ ,  $C(N) = 3,3kV$  – атмосферанинг тупроқнинг юз қатламидаги тузларнинг ўртача йиллик концентрацияси ( $мкг/м^3$ ),  $C$  – ўсимликни нобуд қиладиган тузлар критик концентрацияси.

Орол денгизининг Шарқи ҳавзасида сув-туз режими, 2009 йилда сув қуришнинг биринчи ҳодисасидан бошлаб, тебранувчи характерга эга. Акватория, дарёдан сув оқиб келиши йиллараро динамикасига мувофиқ, тартибсиз равишда ёки камаяди, ёки кўпаяди. Тупроқларнинг шўрланганлигидан ташқари, ОҚТ дан шамол билан тузларнинг олиб чиқилиши ўсимликлар қопламанинг ёмонлашининг жиддий омили ҳисобланади.

Шамол билан тузларнинг олиб чиқилиши омилининг аҳамиятли ҳиссасини намоён қилиш учун (1)-(3) модели бўйича ҳисоблашнинг икки варианты келтирилган:

- 1) фитоценоз динамикасининг ягона омили тупроқларнинг шўрланган эканлиги тахмини бўйича (5-жадвал);
- 2) тузларнинг шамол билан учуриб чиқарилиши оқибатида туз заррачаларининг ўсимликлар илдизлари устки қисмининг импульверизацияси йўли билан ўсимликлар қопламга таъсирини ҳамда, туз заррачаларининг ёғинлар билан бирга инфильтрацияси оқибатида тупроқларнинг шўрланганлигининг ортишини ҳисобга олган ҳолда (6-жадвал).

### 5-жадвал

#### Тупроқларнинг шўрланганлигига ( $г/кг$ ) боғлиқ ҳолда ОҚТ шарқий қисми фитоценози УЛҚ нинг макон-вақтдаги динамикаси (%)

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{ПС}(N)$	$\delta_f(T, t)$						
1	14,32	76,7	10,51	81,7	6,77	87,5	0,73	98,5
2	33,34	60,9	28,96	63,3	24,95	66,2	16,11	74,6
3	76,90	47,8	69,00	50,8	65,03	52,0	55,72	54,0
4	166,01	11,1	158,60	13,2	155,00	14,9	146,77	16,3
5	372,32	0	364,09	0,2	360,54	0,5	351,84	0,9

**6-жадвал**

**Тупроқларнинг шўрланганлигига (г/кг) ва тузларнинг шамол билан олиб чиқилишига боғлиқ ҳолда ОҚТ шарқий қисми фитоценози УЛҚ нинг макон-вақтдаги динамикаси (%)**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{ПС}(N)$	$\delta_f(T, t)$						
1	14,33	67,3	7,61	76,8	6,77	78,1	0,73	89,2
2	33,34	42,6	26,19	47,0	24,95	47,9	18,41	53,8
3	76,90	19,7	66,37	23,5	65,03	23,9	57,90	25,5
4	166,01	8,6	156,10	11,8	155,00	11,3	148,84	12,8
5	372,32	0	361,72	0	360,54	0	353,79	0

Икки вариант бўйича моделлаштириш натижаларининг дала тадқиқотлари маълумотлари билан қиёси таҳлили иккинчи вариантнинг кўпроқ мослигини ва, демак, тузларнинг шамол билан олиб чиқилиши омилининг жиддийлигини кўрсатди (7- ва 8-жадваллар).

**7-жадвал**

**Дала тадқиқотлари ва моделлаштириш натижалари бўйича тупроқларнинг шўрланганлигига (г/кг) боғлиқ ҳолда ОҚТ участкаларининг шарқий қисмида фитоценоз динамикасининг (%) қиёсий таҳлили**

N	T=1			T=5			T=10		
	$H\delta_f(t)^*$	$P\delta_f(t)^*$	k	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	k	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	k
1	-	76,7	-	72	81,7	9,7	88	87,5	-0,5
2	48	60,9	12,9	58	63,3	5,3	42	66,2	24,2
3	33	47,8	14,8	42	50,8	8,8	38	52,0	14
4	-	11,1	-	5	13,2	8,2	9	14,9	5,9
5	-	0	-	-	0,2	-	0	0,5	-

**8-жадвал**

**Дала тадқиқотлари ва моделлаштириш натижалари бўйича тупроқларнинг шўрланганлигига (г/кг) ва тузларнинг шамол билан олиб чиқилишига боғлиқ ҳолда ОҚТ участкаларининг шарқий қисмида фитоценоз динамикасининг (%) қиёсий таҳлили**

N	T=1			T=5			T=10		
	$H\delta_f(t)^*$	$P\delta_f(t)^*$	k	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	k	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	k
1	-	67,3	4,3	72	76,8	4,8	88	78,1	-9,9
2	48	42,6	-5,4	58	47,0	-11	42	47,9	5,9
3	33	19,7	-13,3	42	23,5	-18,5	38	23,9	-14,1
4	-	8,6	-	5	11,8	6,8	9	11,3	2,3
5	-	0	-	-	0	-	0	0	-

**\*Изоҳ:**  $H\delta_f(t)$  – дала тадқиқотлари маълумотлари,  $P\delta_f(t)$  – ҳисоблаш маълумотлари, k-тафовут

Шунингдек дала тадқиқотлари маълумотларининг етарли эмаслиги таъкидлаб ўтиш зарур. Ҳисоблашнинг биринчи вариантыда кузатишнинг бутун даври учун тафовутнинг ўртача кўрсаткичи  $k=10,6$  ташкил қилди,

ҳисоблашнинг иккинчи вариантыда эса мазкур коэффициент катта бўлмасдан,  $k = -4,3$  ташкил қилди. Дала тадқиқотлари маълумотлари тупроқ шўрланганлиги даражаси, иқлим шарт-шароитлари, ёғинлар миқдори, тупроқнинг таркибида нам миқдори ва ҳоказоларнинг ўзига хос хусусиятларга эга ОҚТ хилма-хил участкаларидан ва катта бўлмаган миқдорда алоҳида участкаларидан олинган.

Шунинг учун, тадқиқот мақсадларига мувофиқ, юқори даражада агрегациялаш орқали олинган УЛҚ нинг моделга хос қийматлари дала тадқиқотлари маълумотларидан фарқ қилиши мумкин.

Умуман олганда модел ўртача хатоси тахминан 13,8% ни ташкил қилади, бу моделни физикавий воқеликнинг етарли даражада аниқ имитацияси деб ҳисоблаш имконини беради ва ОҚТ ғарбий қисмида фитоценоз динамикасининг аниқланган қонуниятлари мослигини асослаб беради. Тупроқлар шўрланганлиги динамикаси ((2) тенгламалар) таҳлилий ифодада аниқланган қонуниятларидан ташқари, сув қуришнинг турли йиллари учун, сув қуриши вақтига мувофиқ, ОҚТ шарқий қисмида фитоценозлар УЛҚ нинг динамикаси аниқланган:

$$\delta_f(t_1) = -20,99N + 101,6$$

$$\delta_f(t_5) = -1,0214N - 15,181N + 98,62$$

$$\delta_f(t_{10}) = -22,53N + 111,81$$

Сув қуришининг 1 ва 10-йилларида тренднинг умумий проекцион қоплам динамикасининг кескин камайиш томон чизикли йўналганлик, сув қуришнинг 5 йиллик даврлари учун ОҚТ шарқий қисми худудида тренднинг фитоценозлар умумий проекцион қоплам динамикасининг полиноминал камайишига йўналганлик хослигини таъкидлаб ўтамыз. Моделни амалга ошириш натижалари ОҚТ да фитоценозни тадқиқ қилган олимларнинг сув қуришнинг 5-ўн йиллигида (2008-2017 йй.) ҳамда охириги ўн йилликларда худуд бутунлай шўрланган, ўсимлик қоплами бутунлай йўқ бўлган чўлга айланиши тўғрисидаги хулосаларига мос келади.

**«Орол денгизининг қуриган тубида ўсимлик қатлами сукцессия жараёнларини моделлаштириш»** мавзусида фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича ўтказилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим қилинган:

## ХУЛОСА

1. Орол денгизи қуриган тубининг чинк чизикларидаги ўсимликлар қопламининг ривожланиши экологик режимларнинг ўзгариши билан ифодланади, шу билан бир қаторда қисқа муддатли фитоценозларнинг монодоминант бир ярусли ўтсимон фитоценозларга алмашилиши билан тавсифланади.
2. Орол денгизи қуриган тубининг ғарбий қисми экотизмларининг тартиб параметрлари геоморфология, тупроқ шўрланиши ва шамол режимларидан иборат. Ушбу параметрлар ўсимликлар қопламининг худудий-вақтинча

тарқалишининг асосий омили сифатида хизмат қилиб, ўсимликлар ҳолатига бевоста таъсир қилувчи шамол режими тузнинг шамол ёрдамида кўтарилиш кўламини аниқлайди.

3. Орол денгизи қуриган тубининг ғарбий қисмида ўсимликларнинг умумий проекцион қопламаси динамикасининг пасайишига қаратилган экспонент тенденция аниқланди. 5 ва 10 йиллик қурғоқчилик давомида ушбу ҳудудда фитоценознинг умумий проекцион қопламаси динамикасининг пасайишига қараб полиномиал тенденцияси аниқланди.

4. Турли хил ўн йилликларда денгиз қуришидаги шўрланиш жараёнлари сезиларли даражада фарқ қилади, шу сабабли улар турли хил тенгламалар билан таққосланади. Моделлаштириш даврининг ҳар ўн йиллиги учун фитоценозлар динамикаси ижобий яъни қуриқчилик вақтларининг кўпайиши билан умумий проекцион қоплам кенгайиб боради.

5. Умумий проекцион қоплам бўйича тадқиқот майдони ва модел маълумотлари ўртасидаги фарқни моделда адаптация жараёнлари ҳисобга олинмаганлиги билан изоҳланиб, сукцессия натижасида галофитлар доминант турга айланади, шўрланган тупроқларда проекцион қопламлар умумий проекцион қопламдан сезиларли даражада фарқ қилади. Айрим турлар учун фойдаланилган математик моделлаштиришни амалга ошириш жуда аниқ натижани беради.

6. Урганилаётган ҳудуднинг Орол қуриган туби шарқий қисмида ўсимликларнинг шаклланиш қонуниятлари кўриб чиқиляётган барча даврларда (1968-2017) ушбу ҳудуддаги фитоценозларнинг умумий проекцион қопламининг пасайиши кузатилади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.02/30.12.2019.В.79.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ КАРАКАЛПАКСКОМ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**  

---

**КАРАКАЛПАКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КОЧКАРОВА СЕВАРА АХМЕДЖАНОВНА**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СУКЦЕССИОННЫХ ПРОЦЕССОВ  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ВЫСОХШЕМ ДНЕ  
АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

**03.00.10 – Экология**

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

**Нукус -2020**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2019.3.PhD/В373**

Диссертация выполнена в Каракалпакском государственном университете

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

**Научный руководитель:** **Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна**  
доктор биологических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Шомуродов Хабибулло Файзуллаевич**  
доктор биологических наук, профессор

**Матжанова Холида Казакбаевна**  
кандидат биологических наук

**Ведущая организация:** **Национальный университет Узбекистана**

Защита диссертации состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Научного совета PhD.02/30.12.2019.В.79.01 при Каракалпакском научно-исследовательском институте естественных наук (Адрес: 230100, г. Нукус, Проспект Бердаха, 41, малый конференц-зал института). Тел.: (+99861) 222-17-44, (+99861) 222-96-72, факс: (+99871) 222-17-44, e-mail: [aknuk@mail.uz](mailto:aknuk@mail.uz).

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

Автореферат диссертации разослан: «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.  
(реестр протокола рассылки № «\_\_\_\_\_» от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.).

**Аимбетов Нагмет Каллиевич**  
Председатель Научного совета по присуждению  
ученой степени, академик, д.э.н., профессор

**Утемуратова Гулширин Нажиматдиновна**  
Ученый секретарь Научного совета  
по присуждению ученой степени, PhD б.н.

**Тлеумуратова Бибигуль Сарыбаевна**  
Председатель Научного семинара  
при Научном совете по присуждению  
ученой степени доктора наук, д.ф.-м.н.

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время в мире большое внимание уделяется решению проблем процессов деградации, связанных с вторичным засолением орошаемых земель, сокращением площади прибрежно-водной растительности, тугайных и саксауловых лесов. Это создает необходимым изучение процессов формирования первичных фитоценозов и экосистем, механизмов сукцессии, рационального использования природных ресурсов. В результате, разработка методов борьбы с опустыниванием на уровне экосистемы, выявление тенденций и прогнозные оценки развития фитоценозов на осушенном дне Аральского моря имеют теоретическое и практическое значение в области экологии.

В ведущих научных центрах мира проводятся широкомасштабные исследования по разработке методов прогноза динамики экосистем в условиях трансформации природной среды, оценка преобразований, происходящих в растительном покрове, выявление динамических тенденций, прогнозирование возможных изменений, а также реабилитация нарушенных территорий, решение проблем фитомелиорации растительного покрова деградированных земель и сохранение биоразнообразия экосистем Южного Приаралья.

В республике, на основе Государственных программных документов по осуществлению мероприятий по восстановлению и социально-экономическому развитию региона Приаралья, разработке мер по смягчению последствий и проводимым исследованиям по снижению негативного влияния экологического кризиса в регионе достигнуты важные результаты. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определены задачи по «...созданию эффективных механизмов внедрения научных и инновационных достижений в практику»<sup>4</sup>. Исходя из поставленных задач, использование современных методов моделирования сукцессионных процессов на осушенном дне Аральского моря, разработка эффективных методов восстановления растительного покрова и ускорения демулационных смен имеет научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 18 января 2017 года «О Государственной программе развития региона Приаралья на 2017-2021 гг.», Постановлением Президента Республики Узбекистан ПП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие темы проводимых в республике научно-исследовательских направлений.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий

---

<sup>4</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** К настоящему времени опубликовано большое количество зарубежных работ, отражающих разнообразные аспекты первичных сукцессий (Geldyeva et al, 1998; 2001; Novikova et al, 2001; Wucherer, Breckle, 2001; 2003;). Отмечено, что приморские равнины Приаралья являются наиболее молодыми участками суши, растительный покров которых еще не сформировался и находится на разных стадиях сукцессионного развития.

Многочисленные научные исследования в Узбекистане по изучению формирования растительных сообществ на обнаженной части дна Аральского моря проведены такими учеными, как Кабулов С.К., Сарыбаев Б., Кузьмина Ж.В., Рахимова, Т., Шомуродов Х.Ф., Шеримбетов С.Г., Матжанова Х.К., Рамазонов Б.Р. и многие другие, в которых приведены сведения о флористическом разнообразии, пространственно-временном ареала распределения и т.д.

В то же время, математическое моделирование в исследованиях осушенного дна Арала почти не используются. Можно только отметить работы Глеумуратовой Б.С. с системным анализом экологических процессов в Южном Приаралье, в которых, в частности проведено моделирование многолетней динамики засоленности осушенного дна Арала, являющейся основным фактором развития фитоценозов на этой территории.<sup>5</sup> Моделирование, использованное в данной диссертационной работе для изучения закономерностей многолетней динамики сукцессионных процессов, позволило получить их агрегированные количественные оценки, являющиеся новой научной информацией.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами научно-исследовательских работ.** Диссертационное исследование выполнено в Каракалпакском государственном университете в соответствии с планами НИР в рамках прикладного проекта ПЗ-20170918120 «Мониторинг ресурсного потенциала разнотипных рыбопромысловых водоемов Южного Приаралья, и разработка проблем его реализации» (2018-2020 гг.), а также Международного проекта GEF и МФСА «Мониторинг биоразнообразия ветландов Южного Приаралья» (2015-2019 гг.).

**Целью исследования** является оценка многолетней динамики сукцессионных процессов растительного покрова на обсохшем дне Аральского моря с использованием математического моделирования.

**Задачи исследования:**

выявить основные факторы пространственно-временного распределения растительного покрова на осушенном дне Аральского моря (ОДА);

---

<sup>5</sup> Глеумуратова Б.С. Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия // Автореф. ... д-ра физ.-мат. наук. – Ташкент, 2018. –209 с.

определить закономерности сукцессий фитоценозов осушенного дна Аральского моря;

выявить закономерности многолетней динамики на основе математического моделирования с высокой степенью пространственно-временного агрегирования;

проанализировать динамику зарастания осушенного дна Арала и общего проективного покрытия фитоценозов в зависимости от времени осушки.

**Объектом исследования** является динамичный растительный покров на обсохшем дне Аральского моря.

**Предметом исследования** являются экологические характеристики фитоценозов, их пространственно-временная динамика.

**Методы исследования.** В работе использованы экологические, геоботанические и статистические методы с помощью ботанических информационных систем TURBOVEG и JUICE, методы математического моделирования и обработки пространственной информации QGIS.

**Научная новизна** исследования заключается в следующем:

впервые исследованы методами математического моделирования многолетняя динамика и особенности зарастания растительностью различных участков осушенного дна Арала;

выявлены закономерности динамики формирования стадий сукцессионных процессов растительного покрова в зависимости от динамики засоленности почвогрунтов бывшего Аральского побережья;

впервые установлено, что основными факторами эволюции фитоценоза являются засоленность почв и ветровой вынос солей при пылевых бурях на осушенном дне Арала, на основе, которых разработаны методы количественной оценки этих факторов;

выявлена нелинейная закономерность снижения общего проективного покрытия (ОПП) осушающихся полос дна Аральского моря.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

математическим моделированием изучены закономерности сукцессионных процессов растительного покрова, разработаны рекомендации проведения мониторинга динамики сукцессионных процессов растительного сообщества экосистем Южного Приаралья.

разработаны рекомендации для проведения мероприятий по фитомелиорации осушенного дна Арала и контроля адаптивных механизмов к экстремальным условиям, с целью улучшения деградированных экосистем обсохшего дна Арала.

**Достоверность результатов исследования** обосновывается тем, что результаты моделирования ратифицированы с данными натурных наблюдений и согласуются с выводами исследователей по динамике фитоценоза на осушенном дне Арала. Также, статистической обработки экспериментальных данных стандартными методами расчета ошибок, средних доверительных интервалов, стандартных отклонений.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость заключается в том, что полученные данные, по моделированию сукцессионных процессов растительного покрова в области экосистемной экологии, флористического и геоботанического районирования, для экологического мониторинга и сохранения биологического разнообразия аридных экосистем, проведения работ по фитомелиорации и разработки мероприятий, по снижению негативного влияния экологического кризиса дает решение теоретических и практических проблем создания кадастра растительной флоры и использования биологического разнообразия региона Приаралья.

Практическая значимость заключается в том, что выявленные закономерности динамики и сукцессионные ряды могут стать основой мониторинга ботанического разнообразия и прогнозирования изменений растительности под действием природных и антропогенных факторов. Результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований, могут быть использованы при выборе способа восстановления нарушенной растительности под воздействием техногенных факторов в связи с развитием нефтегазовой промышленности на территории Южного Приаралья.

#### **Внедрение результатов исследования.**

На основании полученных результатов по моделированию сукцессионных процессов растительного покрова на обсохшем дне Аральского моря:

методы математического моделирования динамики фитоценоза на осушенном дне Аральского моря внедрены в деятельность Государственного Комитета по лесному хозяйству Республики Каракалпакстан с целью оценки сукцессионных процессов экосистем и определения восстановления деградированных состояний растительного покрова (Справка о внедрении Государственного Комитет по лесному хозяйству Республики Каракалпакстан № 330 от «5» августа 2020 г.). В результате появилась возможность осуществления комплексной программы экомониторинга экосистем и выбора стратегии по снижению негативного воздействия усыхания Аральского моря на растительный покров Южного Приаралья;

по прогнозированию восстановления нарушенной растительности, экологическим особенностям пространственно-временного распределения и динамике растительного покрова внедрены в деятельность Комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Каракалпакстан при проведении работ по инвентаризации растительного покрова на обсохшем дне Аральского моря (Справка о внедрении Комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Каракалпакстан № 02/18-1465 от «4» августа 2020 г.). В результате появилась возможность разработки и проведения мероприятий по разработке программ в области экологической безопасности и охраны окружающей среды региона Южного Приаралья.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на 10 научно-практических конференциях, в том числе 8 в международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 17 научных работ. Из них 5 научных статей, в том числе 2 в зарубежных и 3 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка использованной литературы. Объем диссертации составляет 138 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

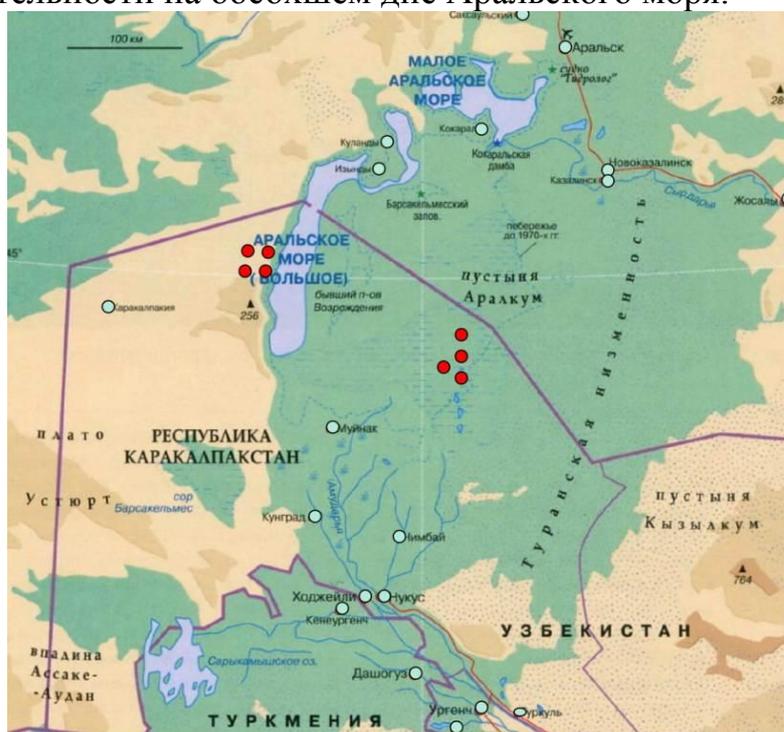
**Во введении** обосновываются актуальность и востребованность темы работы, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе под названием **«Динамика Аральского моря и его обсохшего дна»** проведен обзор научной литературы по изученности современного состояния и динамики усыхания Аральского моря. Современная регрессия Аральского моря началась в 1960 г. Аральский экологический кризис, сопровождающийся антропогенным опустыниванием и деградацией земель, вызвал также вторичное засоление почв и значительно расширил территорию солончаковых пустынь. Современный растительный покров Южного Приаралья характеризуется высокой степенью антропогенной трансформации. Обсохшая часть дна Большого Аральского моря в обследованных участках находится в зоне напорных грунтовых вод, на которых естественное влияние оказывает снижение уровня Аральского моря, при некотором слабом воздействии, расположенных на юге польдерных и речных систем. В целях ослабления выноса солей проведены и проводятся большие опытно-экспериментальные работы, в которых превалирует фитомелиорация. В связи с этим, актуальность исследований, направленных на изучение растений, толерантных к засоленности почв несомненна. Наряду с экспериментальными работами, носящими локальный и эпизодический характер, необходим агрегированный анализ многолетней динамики фитоценоза осушенного дна Аральского моря, который дает выверенную годами и естественным течением сукцессий информацию о механизмах адаптации растений к экстремальным условиям этой территории. Данная работа, выполненная в этом русле с применением математического моделирования, имеет целью выявление основных закономерностей естественной эволюции фитоценоза осушенного дна Аральского моря (ОДА) и его выживаемости.

Во второй главе **«Материал, методы и физико-географическая характеристика территории исследований»** представлены методические

приемы и объем исследований, который определялся исходя из цели и поставленных задач. Основной методологией данного исследования являются математическое моделирование и экосистемный подход. Моделирование многолетней динамики любого природного процесса предполагает агрегирование, упрощения, выравнивание рядов данных и аппроксимацию траектории математического ожидания аналитическими функциями. В данном случае агрегирование заключается в статистическом осреднении по видам растений таких характеристик, как проективное покрытие и солетолерантность.

Описание растительного покрова начинается с исследуемого района для общей ориентировки на местности, а также установления экологических связей растительных сообществ с местными условиями: рельефом, почвами, особенностями увлажнения, засоления почв и т.д. На основании собранного материала вблизи территории метеостанции Актумсук на расстоянии 8 км. от западного чинка период 2018-2020 гг. построена математическая модель эволюции растительности на обсохшем дне Аральского моря.



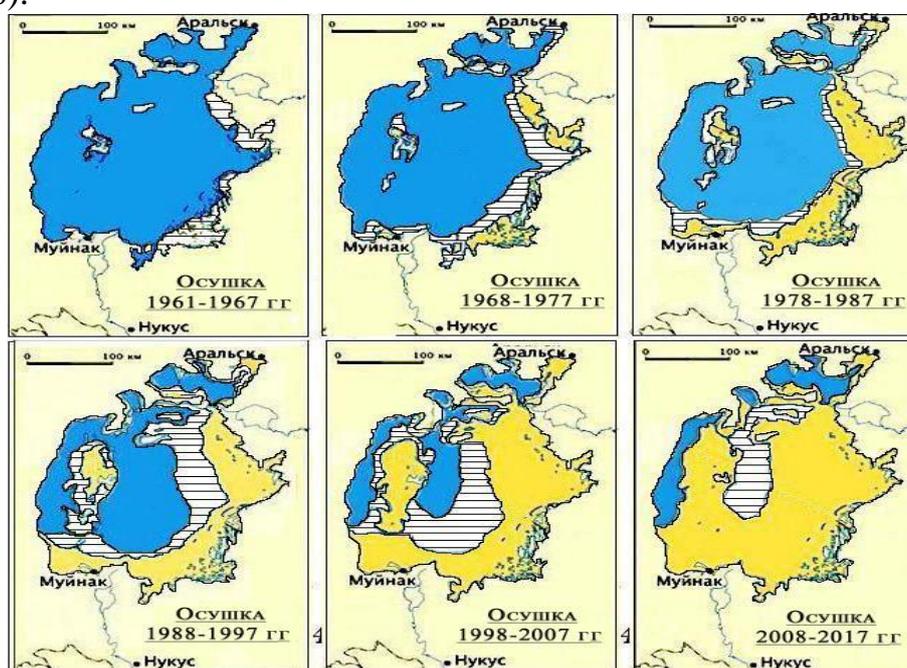
**Рис.1. Места проведения экспериментальных полевых исследований (2018-2020 гг.)**

В третьей главе «Динамика сукцессионных процессов растительного покрова» проделаны результаты исследований по формированию растительного покрова и развития сукцессионных процессов на осушенном дне Арала. Исследования сукцессионных смен традиционно велись в рамках изучения только растительного компонента экосистем. Необходимо отметить, что изучение в одном местообитании растительности, почв, гидротермического режима и круговоротов элементов питания на больших территориях практически нереально. Поэтому, как правило, детально описывается только динамика растительности, и дальше строятся различные

теоретические представления о направлениях и механизмах сукцессионных смен.

До настоящего времени исследований закономерностей сукцессий фитоценозов на осушенном дне Аральского моря проведено все еще не достаточно. Согласно Т.А. Работнову (1978), зарастание обнаженной суши проходит ряд этапов: внедрение пионера и формирование его ценологических популяций; максимальное участие пионера в создании растительных ценозов; снижение участия растений-пионеров в составе фитоценозов, нередко вплоть до их выпадения. Вместе с тем отметим, что эти последовательные смены растительных сообществ обусловлены, прежде всего, такими факторами, как изменение водного и солевого режима почвогрунтов, их дефляцией, формирование приморских почв с навеванным песчаным чехлом. В последние годы при условии продолжающейся аридизации, здесь формируются черносаксаульники и сообщества псаммофильных кустарников. В связи с разработанными мероприятиями Правительства Республики Узбекистан по снижению негативного влияния солепереноса с обсохшего дна Аральского моря и закреплению песков были проведены широкомасштабные работы по фитомелиорации данных территорий.

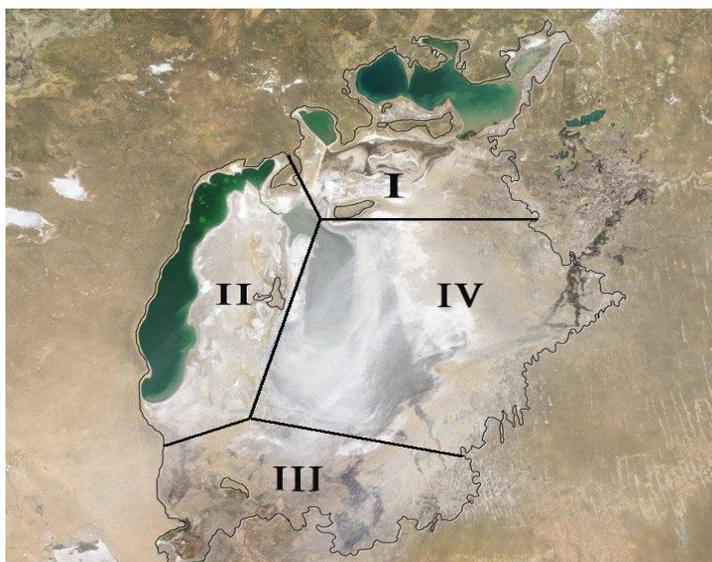
В четвертой главе «**Концептуальная модель динамики фитоценозов обсохшего дна Арала**» приведены результаты математического моделирования формирования фитоценозов на осушенном дне Аральского моря. Растительность, как известно, имеет значение в установлении определенного режима влажности и температуры. Зарастание почвенного покрова осушенного дна моря в зависимости от степени удаленности от моря и длительности осушки имеет своеобразную закономерность (Глеумуратова и др., 2008).



**Рис.2. Многолетняя динамика процесса осушения Аральского моря за 1961-2017 гг. (заштрихованные области)**

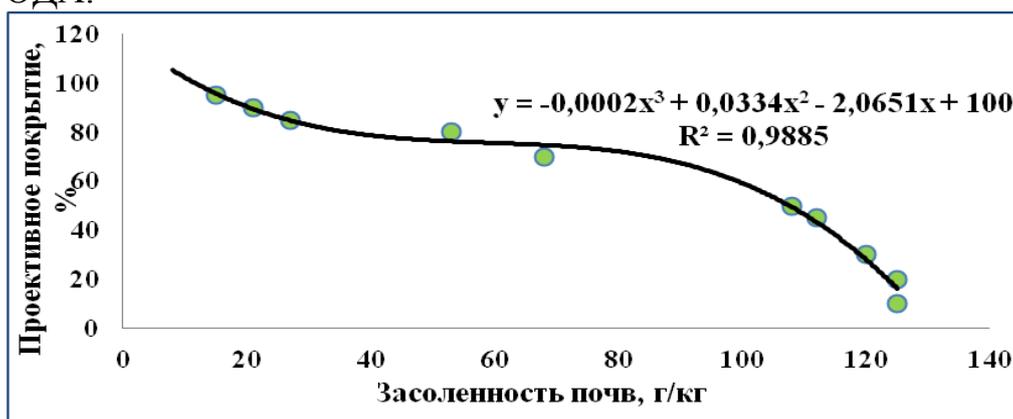
Период моделирования – 1968-2017 гг. – разделен на десятилетия, так как это минимальное время для существенных природных трансформаций. Соответственно осушенное дно разделено на полосы осушения в 1968-1978гг., 1978-1987гг. и т.д. (рис.2).

Территория осушенного дна обладает значительной литологической, орографической и климатической неоднородностью, что исключает построение единой модели динамики фитоценоза осушенного дна Арала (ОДА). Условно разделив ее на 4 части, которые для принятой степени модельного агрегирования можно считать однородными по вышеперечисленным характеристикам (рис.3).



**Рис.3. Модельное разделение ОДА на северную (I), западную (II), южную (III) и восточную части (IV).**

Поскольку северная и южная части ОДА начиная с 90-х годов XX века подвержены положительным антропогенным вмешательствам (Кокаральская плотина и система дельтовых водоемов), с эпизодическими водоспусками, и соответственно естественная динамика фитоценоза дестабилизирована, в данной работе моделирование проводится только для западной и восточной частей ОДА.



**Рис.4. Зависимость плотности растительного покрова от засоленности почв**

В качестве модели используются регрессионные модели, разработанные на основе натуральных данных, полученных в ходе экспедиций с участием ученых Института океанологии Российской Академии наук и диссертанта (рис.4.).

Результирующее уравнение для многолетней динамики фитоценоза западной части ОДА представляет собой суперпозицию функции зависимости общего проективного покрытия от засоленности почв ( $f_1$ ) и функции зависимости засоленности почв от времени осушения ( $f_2$ ):

$$\delta_f(T) = f_1(f_2(T)), \quad (1)$$

$$f_1(S) = -0,0002S^3 + 0,0334S^2 - 2,0651S + 100, \quad (2)$$

$$f_2(T) = S(T) = \begin{cases} -1,5 * T + 38, & 1968 - 1977 \text{ г.} \\ -2,7 * T + 66, & 1978 - 1987 \text{ г.} \\ -3,48 * T + 94, & 1988 - 1997 \text{ г.} \\ -3,66 * T + 110, & 1998 - 2007 \text{ г.} \\ -3,8 * T + 120, & 2008 - 2017 \text{ г.} \end{cases} \quad (3)$$

где  $\delta_f(t)$  – общее проективное покрытие растительного покрова,  $S$  – засоленность почв (г/кг),  $T$  – время осушения. Заметим, что под временем осушения понимается количество лет, прошедшее со времени выхода данного участка бывшего дна моря на дневную поверхность.

Степень агрегирования модели допускает однородность орографии западного побережья, что обосновывает применимость разработанной модели для всего западного берега Арала.

Восточный чинк плато Устюрт, являвшийся прежде западным побережьем Аральского моря, простирается от  $44^{\circ}37'$  с.ш.;  $57^{\circ}38'$  в.д. до  $46^{\circ}15'$  с.ш.;  $58^{\circ}20'$  в.д. ОДА представляет собой две резко разграниченные области: обрыв (чинк) крутизной  $50-60^{\circ}$  и средней высотой 250 м и пляж, средний уклон которого составляет  $15^{\circ}$  (рис.5). Эта литологическая неоднородность обуславливает различия растительного покрова и процессов рассоления. Специфика склоновых процессов проявляется в относительно быстром рассолении почв в 1-4 десятилетиях периода моделирования.



Рис. 5. Ландшафты причинковой полосы ОДА

Развитие растительного покрова в причинковой полосе ОДА сопровождается изменением экологических режимов в сторону их стабилизации и вместе с тем характеризуется сменой кратковременных фитоценозов на моно-доминантные одноярусные травянистые фитоценозы. Солеросово-тамарисковые фитоценозы характерны для начального периода аридизации территории. Продолжительность стадии около 5-6 лет. Далее одним из последующих стадий заселения фитоценозов могут быть сообщества галоксерофильных растений – *Haloxylon aphyllum*, *Salsola orientalis*, *Anabasis salsa*.

В ходе численных экспериментов выяснилось, что помимо засоленности почвогрунтов существенным фактором ухудшения состояния растительного покрова является ветровой вынос солей с ОДА. В настоящее время за вегетационный период в среднем выпадает 250 кг/га солей. При этом уменьшение ОПП достигает 20-30%. Поэтому по модели (1) были выполнены два варианта расчетов:

1) при предположении, что единственным фактором динамики фитоценоза является засоленность почв (табл.1);

**Таблица 1**

**Пространственно-временная динамика фитоценоза причинковых участков западной части осушенного дна (%) в зависимости от засоленности почв (г/кг)**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$f_2(T)$	$\delta_f(t)$	$f_2(T)$	$\delta_f(t)$	$f_2(T)$	$\delta_f(t)$
1	36,50	59,40	30,50	62,41	23,00	67,74	8,00	85,51
2	63,30	52,38	52,50	54,70	39,00	58,40	12,00	79,68
3	90,52	42,93	76,60	48,66	59,20	53,31	24,40	66,59
4	106,34	22,91	91,70	41,85	73,40	49,28	36,80	59,27
5	116,20	3,03	101,00	26,08	82,00	44,97	44,00	56,76

**Таблица 2**

**Динамика фитоценоза причинковых участков западной части осушенного дна (%) в зависимости от засоленности почв(г/кг) и ветрового выноса солей**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$	$S_{пс}$	$\delta_f(t)$
1	36,50	50,04	30,50	53,05	23,00	58,38	8,00	76,16
2	63,30	34,12	52,50	36,44	39,00	40,14	12,00	61,42
3	90,52	14,83	76,60	20,57	59,20	25,21	24,40	38,49
4	106,34	21,81	91,70	40,76	73,40	48,18	36,80	58,17
5	116,20	1,94	101,00	24,98	82,00	43,88	44,00	55,67

2) с учетом влияния ветрового выноса солей на деградацию растительного покрова путем импัลверизации солевыми частицами надкорневой части растений и увеличения засоленности почв при инфильтрации солевых частиц с осадками (табл.2). При этом в уравнение (2) добавляется соответствующий член  $-C(N)/C_{кр}$ :

$$f_I(S) = -0,0002S^3 + 0,0334S^2 - 2,0651S + 100 - C(N)/C_{кр} \quad (4)$$

где  $C(N) = 3,3kV$  – средняя концентрация солей в приповерхностном слое атмосферы ( $\text{мкг/м}^3$ ),  $C$  – критическая концентрация солей, при которой растение гибнет ( $1500 \text{ мкг/м}^3$ ).

В таблицах 1 и 2 в первом столбце обозначены номера десятилетий, на которые разделен период моделирования:  $N=1$  соответствует 1968-1977гг.,  $N=2$  соответствует 1978-1987 гг. и т.д. Далее, попарно даны засоленность почв ( $\text{г/кг}$ ) в  $T$ -ом году осушения и соответствующее проективное покрытие (%) для каждого из десятилетий. Результаты моделирования свидетельствуют о нелинейном снижении ОПП осушающихся полос дна Аральского моря. Наибольшие темпы снижения процесса зарастания присущи для первого года осушения. С увеличением  $T$  разница в темпах для различных десятилетий постепенно снижается. Сопоставление результатов моделирования с данными натурных исследований по обоим вариантам показало большую адекватность второго варианта и, следовательно, необходимость учета в моделях динамики фитоценоза фактора ветрового выноса солей (табл. 3, 4). В первом варианте расчетов средняя невязка за весь период наблюдений составил  $k=8,55$ , тогда как во втором варианте расчетов данный показатель оказался небольшим и составил  $k= -1,18$ , что указывает на существенность фактора ветрового выноса солей, учет которого повышает точность модели на 14%.

**Таблица 3**

**Динамика фитоценоза причинковой части  
осушенного дна в зависимости от засоленности почв( $\text{г/кг}$ )  
по натурным исследованиям и результатам моделирования**

N	T=1			T=5			T=10		
	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	невязка	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	невязка	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	невязка
1	55,2	59,40	4,2	62	62,41	0,41	59	67,74	8,74
2	30	52,38	22,38	35	54,70	19,7	60	58,40	-1,6
3	35	42,93	7,93	48	48,66	0,66	21	53,31	32,31
4	16	22,91	6,91	40,38	41,85	1,47	-	49,28	-
5	1	3,03	2,03	20	26,08	6,08	-	44,97	-

**Примечание:**  $H\delta_f(t)$  – натурные данные,  $P\delta_f(t)$  – расчетные данные

**Таблица 4**

**Динамика фитоценоза причинковой части осушенного дна в  
зависимости от засоленности почв ( $\text{г/кг}$ ) и ветрового выноса солей по  
натурным исследованиям и результатам моделирования**

N	T=1			T=5			T=10		
	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	невязка	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	невязка	$H\delta_f(t)$	$P\delta_f(t)$	невязка
1	55,2	50,04	-5,19	62	53,05	-8,95	59	58,38	-0,62
2	30	34,12	4,12	35	36,44	6,44	60	40,14	-19,86
3	23	14,83	-8,17	30	20,57	-9,43	21	25,21	4,21
4	16	21,81	5,81	40,38	40,76	0,38	-	48,18	-
5	1	1,94	0,94	20	24,98	14,98	-	43,88	-

**Примечание:**  $H\delta_f(t)$  – натурные данные,  $P\delta_f(t)$  – расчетные данные

В целом погрешность модели, представляющая сумму погрешностей входных данных, погрешность метода и вычислительную погрешность, составляет 13%, что позволяет считать ее достаточно точной имитацией физической реальности и обосновывает адекватность выявленных закономерностей динамики фитоценоза западной части ОДА.

Кроме зафиксированных в аналитическом выражении закономерностей динамики засоленности почв (уравнение (2)), выявлена динамика ОПП фитоценозов по времени осушения  $T$  для осушек разных десятилетий:

$$\delta_f(t_1) = 129,18e^{-0,695x}$$

$$\delta_f(t_5) = 2,6943N - 21,348N + 69,566$$

$$\delta_f(t_{10}) = 4,6986N^2 - 30,287N + 82,336$$

где  $N$  – номер десятилетия в периоде моделирования. Отметим, что для 1 года осушения выявлена экспоненциальная направленность тренда в сторону снижения динамики ОПП, для 5 и 10 лет осушения выявлена полиномиальная направленность тренда к снижению динамики ОПП фитоценозов на рассматриваемой территории. Для восточной части ОДА используется сложная система регрессионных моделей, полученных на основе результатов системного имитационного моделирования многолетней динамики (1966-2017 гг.) водно-солевого режима Аральского моря, засоленности постаквальной суши и проективного покрытия растительного покрова.<sup>6</sup> Запасы солей в поверхностных слоях (средний уровень корнеобитания) постаквальной суши определяются суммой трех процессов: 1) переносом солей из грунтовых вод при испарении, 2) депозитом водорастворимых солей при регрессии моря и 3) ветровым выносом солей:

$$S_{пс}(N) = S_{SDB}(N) + S_{SALT}(N) - 0,4[V(N)/S_{сол}(N)], \quad (1)$$

где  $N$  – номер десятилетия в периоде моделирования,  $S_{SDB} = 6,2547 \exp(0,8499N)$  – количество солей, остающихся в поверхностном горизонте почв при отходе береговой линии,  $S_{SALT}$  – соли, испаряющиеся из грунтовых вод, вычисляются по формуле и усредняются по десятилетиям:

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

где  $T=1, 2, 3, \dots$  – время осушения расчетной точки ПС,  $t$  – время трансформации (усыхания) Аральского моря.

Со средней оценкой достоверности  $R^2 = 0,911$  получены следующие выражения для коэффициентов уравнения (1):

$$A(t) = -0,00001, \quad B(t) = 0,00002t + 0,0007, \quad C(t) = -0,00069t - 0,01455,$$

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

Динамика фитоценоза в точке  $A$  в зависимости от времени осушения  $T$  и времени усыхания Аральского моря  $t$ , а также от засоленности почв и ветрового выноса солей выражается формулой:

$$\delta_f(T, t) = -0,0002x^3 + 0,0334x^2 - 2,0651x + 100 - C(N)/C_{кр} \quad (3)$$

<sup>6</sup> Тлеумуратова Б.С. Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия // Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. – Ташкент, 2018. – 209 с.

где  $x=S_{ПС}$ ,  $C(N) = 3,3kV$  – среднегодовая концентрация солей в приповерхностном слое атмосферы ( $мкг/м^3$ ),  $C$  – критическая концентрация солей, при которой растение гибнет.

Водно-солевой режим Восточного бассейна Аральского моря, начиная с первого инцидента высыхания в 2009 г., приобрел колебательный характер. Акватория нерегулярно или уменьшается, или увеличивается в соответствии с межгодовой динамикой речного стока. Помимо засоленности почвогрунтов существенным фактором ухудшения состояния растительного покрова является ветровой вынос солей с ОДА. Чтобы продемонстрировать значительный вклад фактора ветрового выноса солей, также представлены два варианта расчетов по модели (1)-(3):

- 1) при предположении, что единственным фактором динамики фитоценоза является засоленность почв (табл.5);
- 2) с учетом влияния ветрового выноса солей на деградацию растительного покрова путем импультверизации соевыми частицами надкорневой части растений и увеличения засоленности почв при инфильтрации солевых частиц с осадками (табл.6).

**Таблица 5**

**Пространственно-временная динамика ОПП фитоценоза восточной части ОДА (%) в зависимости от засоленности почв (г/кг)**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{ПС}(N)$	$\delta_r(T, t)$						
1	14,32	76,7	10,51	81,7	6,77	87,5	0,73	98,5
2	33,34	60,9	28,96	63,3	24,95	66,2	16,11	74,6
3	76,90	47,8	69,00	50,8	65,03	52,0	55,72	54,0
4	166,01	11,1	158,60	13,2	155,00	14,9	146,77	16,3
5	372,32	0	364,09	0,2	360,54	0,5	351,84	0,9

**Таблица 6**

**Динамика фитоценоза ОПП фитоценоза восточной части ОДА (%) в зависимости от засоленности почв(г/кг) и ветрового выноса солей**

N	T=1		T=5		T=10		T=20	
	$S_{ПС}(N)$	$\delta_r(T, t)$						
1	14,33	67,3	7,61	76,8	6,77	78,1	0,73	89,2
2	33,34	42,6	26,19	47,0	24,95	47,9	18,41	53,8
3	76,90	19,7	66,37	23,5	65,03	23,9	57,90	25,5
4	166,01	8,6	156,10	11,8	155,00	11,3	148,84	12,8
5	372,32	0	361,72	0	360,54	0	353,79	0

Сравнительный анализ с данными натурных исследований результатов моделирования по обоим вариантам показало большую адекватность второго варианта и, следовательно, существенность фактора ветрового выноса солей (табл. 7 и 8). Отметим также, что натурных данных крайне недостаточно. В первом варианте расчетов средний показатель невязки за весь период наблюдений составил  $k=10,6$  тогда, как во втором варианте расчетов данный коэффициент оказался небольшим и составил  $k=-4,3$ . Отметим, что данные натурных исследований получены на очень различных и небольшом

количестве отдельных участков ОДА, имеющих свои специфические особенности уровня засоленности почвы, климатических условий, количества осадков, влагосодержания почвы и т.д.

**Таблица 7**

**Сравнительный анализ динамики фитоценоза восточной части участков ОДА (%) в зависимости от засоленности почв (г/кг) по натурным исследованиям и результатам моделирования**

N	T=1			T=5			T=10		
	Н $\delta_f(t)^*$	Р $\delta_f(t)^*$	k	Н $\delta_f(t)$	Р $\delta_f(t)$	k	Н $\delta_f(t)$	Р $\delta_f(t)$	k
1	-	76,7	-	72	81,7	9,7	88	87,5	-0,5
2	48	60,9	12,9	58	63,3	5,3	42	66,2	24,2
3	33	47,8	14,8	42	50,8	8,8	38	52,0	14
4	-	11,1	-	5	13,2	8,2	9	14,9	5,9
5	-	0	-	-	0,2	-	0	0,5	-

**Таблица 8**

**Сравнительный анализ динамики фитоценоза восточной части участков ОДА (%) в зависимости от засоленности почв (г/кг) и ветрового выноса солей по натурным исследованиям и результатам моделирования**

N	T=1			T=5			T=10		
	Н $\delta_f(t)^*$	Р $\delta_f(t)^*$	k	Н $\delta_f(t)$	Р $\delta_f(t)$	k	Н $\delta_f(t)$	Р $\delta_f(t)$	k
1	-	67,3	4,3	72	76,8	4,8	88	78,1	-9,9
2	48	42,6	-5,4	58	47,0	-11	42	47,9	5,9
3	33	19,7	-13,3	42	23,5	-18,5	38	23,9	-14,1
4	-	8,6	-	5	11,8	6,8	9	11,3	2,3
5	-	0	-	-	0	-	0	0	-

\*Примечание: Н $\delta_f(t)$  – натурные данные, Р $\delta_f(t)$  – расчетные данные, k-невязка

Поэтому модельные значения ОПП, полученные в соответствии с целью исследования с высокой степенью агрегирования могут отличаться от данных натурных исследований.

В целом, средняя погрешность модели составляет около 13,8%, что позволяет судить достаточно точной имитацией физической реальности в природных процессах и обосновывает адекватность выявленных закономерностей динамики фитоценоза восточной части ОДА. Кроме установленных в аналитическом выражении закономерностей динамики засоленности почв (уравнения (2)), выявлена динамика ОПП фитоценозов восточной части ОДА по времени осушения для осушек разных лет:

$$\delta_f(t_1) = -20,99N + 101,6$$

$$\delta_f(t_5) = -1,0214N - 15,181N + 98,62$$

$$\delta_f(t_{10}) = -22,53N + 111,81$$

Отметим, что для периода 1 и 10 года осушки выявлена линейная направленность тренда в сторону резкого снижения динамики ОПП, для периодов 5-летней осушки выявлена полиномиальная направленность тренда к снижению динамики ОПП фитоценозов на территории восточной части

ОДА. Результаты реализации модели согласуются с выводами многих исследователей фитоценоза на ОДА, о том, что в 5 десятилетия (2008 гг.-2017 гг.) с начала осушки и последние десятилетия будут представлять сплошную соленую пустыню с полным отсутствием растительного покрова.

На основе проведенных исследований по теме диссертации доктора философии (PhD) **«Моделирование сукцессионных процессов растительного покрова на высохшем дне Аральского моря»** представлены следующие

### **ВЫВОДЫ**

1. Развитие растительного покрова в причинковой полосе ОДА сопровождается изменением экологических режимов в сторону их стабилизации и вместе с тем характеризуется сменой кратковременных фитоценозов на монодоминантные одноярусные травянистые фитоценозы.
2. Параметрами порядка экосистемы западной части ОДА являются геоморфология, засоленность почвогрунтов и ветровой режим. Эти же параметры служат основными факторами пространственно-временного распределения растительного покрова с той поправкой, что ветровой режим определяет масштабы ветрового выноса солей, непосредственно влияющего на состояние растений.
3. На западной части осушенного дна Аральского моря выявлена экспоненциальная направленность тренда в сторону снижения динамики общего проективного покрытия растительности. Для 5 и 10 лет осушения выявлена полиномиальная направленность тренда к снижению динамики общего проективного покрытия фитоценоза на данной территории.
4. Осушки разных десятилетий значительно отличаются по процессам засоления, которые по этой причине сопоставляются разными уравнениями. Для каждого десятилетия периода моделирования динамика фитоценозов положительна, т.е. с увеличением времени осушения общее проективное покрытие увеличивается.
5. Различия натуральных и модельных данных по ОПП могут быть объяснены тем, что в модели не учтены адаптационные процессы, в результате которых, в ходе сукцессий доминирующими видами становятся галофиты, проективное покрытие которых, на засоленных почвах, значительно отличается от общего проективного покрытия. Реализация используемой математической модели для отдельных видов обладает высокой точностью.
6. Закономерность формирования растительности восточной части осушенного дна Арала на изучаемой территории выявляется в том, что с увеличением засоленности почв для всего рассматриваемого периода (1968-2017 гг.), происходит снижение общего проективного покрытия фитоценозов на данной территории с нарастающими темпами.

**SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
PhD.02/30.12.2019.B.79.01 AT THE KARAKALPAK SCIENTIFIC  
RESEARCH INSTITUTE OF NATURAL SCIENCES**

---

**KARAKALPAK STATE UNIVERSITY**

**KOCHKAROVA SEVARA AHMEDJANOVNA**

**MODELING OF THE SUCCESSION PROCESSES OF THE  
VEGETATION COVER ON THE DRIED BOTTOM OF THE ARAL SEA**

**03.00.10 – Ecology**

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

**Nukus-2020**

**The subject of the doctoral dissertation (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2019.3.PhD/B373**

Dissertation has been prepared at the Karakalpak State University

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

**Scientific supervisor:** **Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna**  
Doctor of biological sciences, professor

**Official opponents:** **Shomurodov Xabibullo Fayzullaevich**  
Doctor of biological sciences, professor

**Matjanova Holida Kazakbaevna**  
Candidate of biological sciences

**Leading organization:** **National University of Uzbekistan**

The defence of the dissertation will take place on «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 year \_\_\_\_\_ at the meeting of the scientific council PhD.02/30.12.2019.B.79.01 at the Karakalpak scientific research institute of natural sciences at the following address: 230100, Nukus city, Berdakh avenue, 41, (3-rd floor small conference hall of the institute). Phone: (+99861) 222-17-44, (+99861) 222-96-72, faks: (+99871) 222-17-44, e-mail: [aknuk@mail.uz](mailto:aknuk@mail.uz).

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences.

Extended abstract of dissertation: «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 y.

(Distribution protocol register № «\_\_\_\_» on «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 y.).

**Aimbetov Nagmet Kallievich**  
Chairman of the Scientific Council  
for the award of a scientific degree, academician,  
Doctor of economic sciences, professor

**Utemuratova Gulshirin Najimatdinovna**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
for the award of a scientific degree,  
PhD in biological sciences

**Tleumuratova Bibigul Sarybaevna**  
Chairman of the Scientific Seminar  
at the Scientific Council for the award of  
a scientific degree of Doctor of Science,  
Doctor of Physical and Mathematical Sciences

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is the long-term dynamics of successional processes of vegetation cover on the dried bottom of the Aral Sea using mathematical modeling.

**The object of the research** is the dynamic vegetation cover on the dried bottom of the Aral Sea.

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

the long-term dynamics and features of overgrowing of various sections of the dried Aral bottom is studied for the first time by the methods of mathematical modeling;

the regularities of the dynamics of the formation of stages of succession processes of the vegetation cover depending on the dynamics of soil salinity of the former Aral coast are revealed;

it is identified for the first time that the main factors in the evolution of the phytocenosis are soil salinity and wind carry-over of salts during dust storms on the dried bottom of the Aral Sea, which were obtained and proved by a quantitative assessment of these factors;

the modeling results prove us a nonlinear decrease in the total projective cover of the drying lines of the bottom of the Aral Sea.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained on modeling the succession processes of vegetation cover on the dried bottom of the Aral Sea:

methods of mathematical modeling of the dynamics of phytocenosis on the dried bottom of the Aral Sea have been introduced and used in the State Committee on Forestry of the Republic of Karakalpakstan in order to develop scientific foundations for effective planning of environmental management (Information on the implementation of the State Committee on Forestry of the Republic of Karakalpakstan №330 dated August 5, 2020). As a result, it became possible to implement a comprehensive program of ecological monitoring of ecosystems and choose a strategy to reduce the negative impact of the drying up of the Aral Sea on the vegetation cover of the southern Aral Sea region;

the results on predicting the restoration of disturbed vegetation have been introduced and used in the Committee on Ecology and Environmental Protection of the Republic of Karakalpakstan when compiling an inventory of the vegetation cover on the dried bottom of the Aral Sea (Certificate on the implementation of the Committee on Ecology and Environmental Protection of the Republic of Karakalpakstan №02/18-1465 dated August 4, 2020). As a result, it became possible to develop and carry out activities for the development of programs in the field of environmental safety and environmental protection in the South Aral Sea region.

**The volume and structure of the dissertation.** The structure of the thesis consists of an introduction, four chapters, finale, conclusions, and a list of references. The volume of the thesis is 138 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Кочкарова С.А., Шаниязова З.П., Мамбетуллаева С.М., Матчанов А.Т. К вопросу исследования сукцессионных процессов и восстановительного потенциала растительного покрова на обсохшем дне Арала // Журнал «Вестник ККО АН РУз».- Нукус.- 2018.- № 4.- С. 53-56 (03.00.00, № 10)
2. Кочкарова С.А., Мамбетуллаева С.М. Исследование сукцессионных процессов и потенциала растительного покрова на обсохшем дне Арала // Известия Географического общества Узбекистана.- Ташкент.- 2019.- Т.55.- С. 3-7 (03.00.00, № 10)
3. Кочкарова С.А., Мамбетуллаева С.М. Исследование сукцессионных процессов растительного покрова на обсохшем дне Аральского моря // ЎзМУ Хабарлари.- Ташкент.- 2020.- № 3/1.- С. 56-64 (03.00.00, № 9)
4. Tleumuratova B.S., Kublanov J.J., Kochkarova S.A., Mambetullaeva S.M. Modeling of the processes of formation and development of phytocenoses of the dried bottom of the Aral Sea // International Journal of Science and Research.- India.-2020.- Vol. 9.- issue 10.- P.1066-1071 (№23. SJIF. IF-7,5)
5. Tleumuratova B.S., Kublanov J.J., Kochkarova S.A., Mambetullaeva S.M. Mathematical model of long – term dynamics of phytocenoses in the eastern part of the dry bottom of the Aral Sea // International Journal of Science and Research.- India.-2020.- Vol. 9.- issue 11.- P.462-465 (№23. SJIF. IF-7,5)

**II бўлим (II часть; II part)**

6. Kochkarova S.A., Mambetullaeva S.M. Study of successional processes of vegetation cover on the dried bed of the Aral Sea // Journal of Research on the Lepidoptera. The Lepidoptera Research Foundation.- USA.- 2020.- Vol. 51(1).- P. 764-768. (03.00.00, № 3)
7. Kochkarova S.A., Halmuratov P., Mambetullaeva S.M. Some aspects of the succession of vegetation of desert landscapes in the South of the Aral Sea // - International Journal of Advanced Science and Technology.- Australia.- 2020.- Vol. 29.- № 9s.- P.2149-2151 (03.00.00, № 3)
8. Кочкарова С.А., Мамбетуллаева С.М., Курбаниязов А.К., Туреева К.Ж. Особенности сукцессионных процессов и восстановительного потенциала фитоценозов на обсохшем дне Арала // Журнал «Вопросы Географии и геоэкологии».- Алматы (Казахстан).- 2019.- № 2.- С.81-87 (03.00.00, № 10)
9. Кочкарова С.А. Анализ направленности сукцессионных процессов растительного покрова на обсохшем дне Аральского моря // Международный научно-исследовательский электронный журнал «Евразийский Союз

- ученых».- Москва (Россия).- 2019.- № 8 (65).- С.17-19 (03.00.10. №5-GIF, №12-Index Copernicus, №13 – BASE, №17-OAJI, №32- Asian Education Index)
10. Кочкарова С.А., Мамбетуллаева С.М. Основные динамические изменения природной среды Южного Приаралья и их последствия // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана природных ресурсов Южного Приаралья» ККО АН РУз.- Нукус.- 2018.- С.50-52.
11. Кочкарова С.А., Мамутов Н.К. К вопросу динамики растительного покрова осушенного дна Южного Приаралья //Материалы Международной научно-теоретической конференции «Экологические вопросы сохранения, восстановления и охраны биологического разнообразия Южного Приаралья», НГПИ.- Нукус.- 2018.- С.121-122.
12. Кочкарова С.А., Мамутов Н.К. Динамика экосистемы и закономерности сукцессионного процесса // «Жоқары маманлықтағы кадрларды таярлау-Өзбекистан билимлендириу системасын сапалы хэм нәтийжели раўажландырыудың жетекши механизми сыпатында» атамасындағы Республикалық илимий-эмелий конференциясының топламы.- Нөкис.-2018.- Б. 41-44.
13. Кочкарова С.А. Современные способы восстановления растительного покрова на обсохшем дне Аральского моря // Материалы Международного научно-исследовательского конкурса «Научные исследования и разработки 2019 года».- Саратов (Россия).- 2019.- С.15.
14. Кочкарова С.А. Анализ формирования растительного покрова наа обсохшем дне Арала// Материалы Международной научно-теоретической конференции «Актуальные вопросы естественных наук» НГПИ им. Ажинияза.- Нукус.- 2020.- С. 116
15. Кочкарова С.А., Сапожников Ф.В., Завьялов П.О. Современное состояние растительного покрова на обсохшем дне западного Аральского моря // Материалы Международной научно-практической конференции «Охрана и рациональное использование природных ресурсов Южного Приаралья», КГУ.- Нукус.- 2020.- С.550.
16. Кочкарова С.А. К вопросу исследования сукцессии фитоценозов осушенного дна Аральского моря //Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Проблемы рационального использования и охрана природных ресурсов Южного Приаралья».- Нукус.- Илим.- 2020.- С.110.
17. Глеумуратова Б., Кочкарова С.А., Мамбетуллаева С. Математическое моделирование формирования фитоценоза осушенного дна Аральского моря//Материалы Республиканской научно-практической конференции «Вопросы защиты почвы и окружающей среды».- ТермезГУ.- 2020.- С.170.