КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫ
БИОЛОГИЯ ИНСТИТУТУ

К. ТЫНЫСТАНОВ атындагы
ЫСЫК-КӨЛ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

Д 03.24.693 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда

УДК 551.482:631.117(575.2) (043)

ТОТУБАЕВА НУРЗАТ ЭРМЕКОВНА

ТҮНДҮК КЫРГЫЗСТАНДЫН ТУРУКТУУ ӨНҮГҮҮСҮНДӨГҮ СУУ ЖАНА ТОПУРАК ФАКТОРЛОРУ

03.02.08 – экология

Биология илимдеринин доктору окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын
автореферати

Бишкек – 2025

Диссертациялык иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын М. М. Адышев ат. Геология институтунун инженердик жана экологиялык геология лабораториясында аткарылды

Илимий кеңешчи: **Шалпыков Кайыркул Тункатарович**
биология илимдеринин доктору, профессор, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимий академиясынын мүчө-корреспонденти

Расмий оппоненттер: **Канаев Ашимхан Токтасынович**
биология илимдеринин доктору, профессор, Аль-Фараби атындагы Казак улуттук университетинин биотүрдүүлүк жана биоресурстар кафедрасынын профессору, Алматы ш.

Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна
биология илимдеринин доктору, профессор, Каракалпак Табигый илимдер илим-изилдөө институтунун директору, Нукус ш.

Раимбеков Каныбек Тургунович
биология илимдеринин доктору, доцент, А. Ж. Мырсабекова ат. Ош мамлекеттик педагогикалык университетинин илимий иштер боюнча проректору

Жетектөөчү мекеме: М. М. Адышев атындагы Ош технологиялык университети, Экология жана айлана-чөйрөнү коргоо кафедрасы (723500, Ош ш., Исанов көч., 81)

Диссертацияны коргоо 2025-жылдын 30-майында саат 15:00 биология илимдеринин доктору (кандидаты) окумуштуулук даражасын изденип алуу боюнча Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Биология институту жана тең уюштуручуу К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетине караштуу Д 03.24.693 диссертациялык кеңештин отурумунда өткөрүлөт, дареги: 720071, Бишкек ш., Чүй проспекти, 265а.

Диссертацияны коргоо боюнча видеоконференциянын шилтемеси: https://vc.vak.kg/b/032-lvf-co3-zie

Диссертация менен Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Борбордук китепканасынан (720071, Бишкек ш., Чүй проспекти, 265), К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университетинин китепканасынан (722200, Каракол ш., К. Тыныстанов көчөсү, 26) жана https://vak.kg сайтынан таанышууга болот.

Автореферат 2025-жылдын 30-апрелинде таратылды.

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы, б.и.к. **К. Д. Бавланкулова**

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Табигый экосистемаларды сактоо жана айлана-чөйрөнүн сапатын камсыз кылуу улуттук коопсуздуктун маанилүү компоненттеринин бири болуп саналат жана бул маселе Кыргыз Республикасынын бир катар негизги стратегиялык документтеринде чагылдырылган.

Айлана-чөйрөнү коргоо жана жаратылыш ресурстарын рационалдуу пайдалануу багытындагы мамлекеттик саясат туруктуу өнүгүү принциптерине негизделип, экономикалык, социалдык жана экологиялык факторлордун өз ара байланышына таянат. Кыргыз Республикасынын аймагындагы жаратылыш системаларынын биологиялык жана экологиялык өзгөчөлүктөрү аларды дүйнөлүк деңгээлдеги 200 артыкчылыктуу экологиялык аймактардын катарына киргизүүгө өбөлгө түзгөн. Бул жагдай экологиялык туризмди өнүктүрүүгө өбөлгө болуу менен катар, өнөр жай өндүрүшүнүн туруктуу өнүгүшүнө да белгилүү өлчөмдө таасир этүүдө. Бирок акыркы жылдары антропогендик жүктөмдөрдүн жогорулашы жана жаратылыш экосистемаларынын аярлуулугу өлкөнүн экологиялык коопсуздугуна олуттуу коркунучтарды жаратууда.

Илимий булактарда жана расмий мамлекеттик маалыматтарда, анын ичинде Кыргыз Республикасын 2026-жылга чейин өнүктүрүүнүн Улуттук программасында (2021), жаратылыш ландшафттарынын интенсивдүү трансформациясы, бийик тоолуу жайыттардын деградациясы, кыртыштын эрозияга учурашы жана суу ресурстарынын сапатынын төмөндөшү экологиялык абалды курчутуп жаткан факторлор катары белгиленет. Бул экологиялык өзгөрүүлөргө ыкчам илимий-методикалык чараларды көрүү зарылдыгын көрсөтөт.

Ар кандай жаратылыш компоненттеринин булгануу деңгээли жана алардын мүмкүн болуучу кесепеттери боюнча арбын илимий изилдөөлөр жүргүзүлгөнүнө карабастан, суу жана топурак экосистемаларынын абалына экологиялык критерийлердин негизинде комплекстүү баа берүү зарыл бойдон калууда [Н. П.Тарасова, Е. Б.Кручина, 2004]. Учурда чектүү деңгээлдеги концентрациялардын (ЧДК) парадигмасынын негизинде колдонулуп жаткан баалоо ыкмаларын кеңейтүү менен катар, экосистемалардын экологиялык абалын мүнөздөгөн маалыматтык көрсөткүчтөрдү аныктоо жана жаратылыш ресурстарын туруктуу пайдалануу концепциясына ылайык илимий негизделген ыкмаларды иштеп чыгуу өзгөчө мааниге ээ.

М. Рожков белгилегендей: «Адамзат туруктуу өнүгүүгө өтүү баскычында бурулуш учурду баштан кечирүүдө. Бул процессте жетишилген прогрессти же

артка кетүүнү аныктоо жана баалоо, тиешелүү мониторингди жүргүзүү аркылуу туруктуу өнүгүү жолун башкаруу — негизги милдеттердин бири болуп саналат» [М. Рожков, 2015]. Экосистемаларды функционалдык жана структуралык жактан өз ара шартталган бүтүн система катары кароо илимий жана методологиялык жактан өзгөчө мааниге ээ, анткени топурак жана суу компоненттери өз ара байланышкан, бирдиктүү биогеоэкологиялык системанын ажырагыс бөлүктөрү болуп саналат. Бул элементтерди өзүнчө баалоо жана башкаруу экологиялык процесстердин чыныгы абалын объективдүү чагылдыруудан алыстатып, туруктуу өнүгүүгө жетишүү үчүн зарыл болгон комплекстүү жана өз ара интеграцияланган анализдин орду толгус зарылдыгын көрсөтөт.

Климаттын өзгөрүшү жана антропогендик жүктөмдүн өсүшү сыяктуу заманбап чакырыктарды эске алуу менен, экосистемаларды натыйжалуу башкаруу үчүн междисциплинардык ыкмаларды жана социалдык-экономикалык факторлорду интеграциялоо өзгөчө мааниге ээ.

Ошондуктан, экосистемалардын туруктуу өнүгүүсүн камсыз кылуу экологиялык мониторингдин үзгүлтүксүздүгүн, адаптивдүү башкарууну жана калдыктарды рециркуляциялоо боюнча жогорку технологиялуу чечимдерди өз ичине алган, интеграцияланган ММР (Мониторинг Менеджмент Решения) тутумунун бүтүн моделин иштеп чыгуусуз мүмкүн эмес. Бул система жабык биогеохимиялык айлампаларды камсыз кылуу менен антропоэкосистемалардын регулятордук жана калыбына келүү функцияларын бузбастан, алардын туруктуулугун сактоого шарт түзөт. Бул маселени чечүү учурдагы экологиялык күн тартибинде артыкчылыктуу кароону талап кылган өтө актуалдуу милдет болуп саналат. Жогоруда айтылгандарды эске алуу менен, экосистемалардын туруктуу иштешин камсыздоого багытталган, мониторингди, башкарууну жана технологиялык чечимдерди өз ара байланыштырып турган илимий негизделген интегралдык моделди иштеп чыгуу обьективдүү зарылчылыкка айланууда.

Диссертациянын темасынын ири илимий программалар жана негизги изилдөө иштери менен байланышы. Диссертациянын темасы Кыргыз Республикасындагы илимди өнүктүрүүнүн артыкчылыктуу багыттары боюнча критикалык технологиялардын тизмесине туура келет (13.08. 2003-ж. № 511 Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн токтому). Ошондой эле диссертациялык иш 2030-жылга чейинки мезгилге туруктуу өнүгүү боюнча БУУнун күн тартибин ишке ашыруунун алкагында туруктуу өнүгүүнүн улуттук стратегиясынын милдеттерин ишке ашыруунун; 2018-2040-жылдарга Кыргыз Республикасын өнүктүрүүнүн Улуттук стратегиясы (2018-жылдын 31-октябрындагы № 221 Кыргыз Республикасынын Президентинин жарлыгы); Кыргыз Республикасын 2026-жылга чейин өнүктүрүүнүн Улуттук программасы (10.12.2021-ж. № 435

Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн токтому), « Ысык-Кел» биосфералык аймагынын дирекциясы, ошондой эле «Кумтөр Голд Компани» ЖАК мини долбоорлорун ишке ашыруунун алкагында жүргүзүлдү.

Изилдөөнүн максаты. Кыргызстандын түндүгүндөгү өнөр жай жана урбанизацияланган райондордун кыртыш жана суу экосистемаларынын экологиялык абалына мониторинг жүргүзүү жана интеграцияланган баалоо критерийлерин иштеп чыгуу жана калдыктарды рециркуляциялоо боюнча технологиялык чечимдерди сунуштоо.

Коюлган максаттын негизинде диссертациялык иште төмөнкүдөй **маселелер** аныкталган:

1. Булганууга жана оор металлдардын топтолушуна дуушар болгон кыртыштын экосистемаларына комплекстүү баа берүү үчүн көп критерийлүү экологиялык көрсөткүчтөрдү колдонуунун илимий-практикалык негиздерин иштеп чыгуу.

2. Жээк экосистемасынын рекреациялык жүктөмүнө сезгич индикатордук түрлөрдү жана параметрлерди изилдөө жана негиздөө.

3. Ысык-Көлдүн экологиялык абалын экологиялык индекстерди жана диагностикалык критерийлерди колдонуу менен баалоо.

4. Табигый экосистемалардын антропогендик трансформациясын жана алардын экологиялык жүктөмүнүн даражасын баалоо үчүн комплекстүү индикаторлорду иштеп чыгуу.

5. Суу жана кыртыш ресурстарынын булгануу тобокелдиктерин натыйжалуу башкаруу үчүн жаратылыш экосистемаларынын экологиялык мониторингинин заманбап моделдерин иштеп чыгуу.

6. Өндүрүш объекттериндеги мунай зат менен кирдеген кыртыштарды рекультивациялоо үчүн экологиялык жактан туруктуу технологияларды иштеп чыгуу.

Алынган натыйжалардын илимий жаңылыгы. Биринчи жолу урбанизацияланган жана техногендик зоналардын экологиялык абалына каныгуу, геоаккумуляция, булгануу коэффициенттерин, экологиялык деңгээлдин көрсөткүчтөрүн, булгануу даражасын, булгоочу жүктү, потенциалдуу экологиялык тобокелдикти, ТРИАД ыкмасын колдонуу менен комплекстүү тобокелдикти аныктоо менен баа берүү жүргүзүлдү (Ысык-Көл облусунун, Ак-Түз кениндеги кыртыштардын мисалында), жана Ысык-Көл облусунун кыртышында оор металлдардын мейкиндикте таралышынын карта-схемалары түзүлдү.

Ысык-Көлдүн жээк экосистемасынын рекреациялык жүктөмүн баалоо контекстинде чычырканактын (*Hippophae rhamnoides* L.) морфологиялык

өзгөрүүлөрүнө, популяциянын жыныстык структурасына негизделген фитоиндикациялык параметрлери изилденген.

Ысык-Көлдүн трофикалык абалынын деңгээли, жээктеги буфердик зоналардын трансформациясынын даражасы жана аны менен байланышкан экологиялык тобокелдиктер изилденди жана бааланды.

Экологиялык чыңалуунун даражасы аныкталды жана Ысык-Көлдүн жээктик экосистемасынын аялуулугу жээк зоналарынын аялуулугунун интеграцияланган индексин колдонуу менен бааланды жана Ысык-Көлдүн экосистемасын божомолдоп-баалоочу картографиялык моделдери түзүлдү.

Коркунучтарды ыкчам аныктоого, булгануу даражасына баа берүүгө жана айлана-чөйрөгө терс таасирин алдын алуу жана минималдаштыруу боюнча стратегияларды иштеп чыгууга мүмкүндүк берүүчү табигый экосистемалардын экологиялык баалоонун заманбап модели иштелип чыкты.

Кумтөр кенинин бийик тоолуу аймактарында кыртышты эффективдүү тазалоого гана эмес, ошондой эле полигондорго ташталган калдыктардын көлөмүн кыскартууга, жана катуу калдыктарды кайра пайдалануу ыкмасына мүмкүндүк берүүчү мунай заттар менен булганган кыртыштарды рекультивациялоонун экологиялык жактан туруктуу технологиялары иштелип чыккан. Илимий натыйжалардын ишенимдүүлүгү жана жаңылыгы теориялык жана эксперименталдык изилдөөлөр менен тастыкталат.

Изилдөөнүн практикалык маанилүүлүгү. Курчап турган чөйрөнү коргоо жаатындагы мамлекеттик жана муниципалдык чечимдерди кабыл алуучу органдарга айлана чөйрөнүн абалынын натыйжаларын талдоо жүргүзүүгө жана далилдүү чечимдерди кабыл алууга мүмкүндүк берүүчү суунун жана кыртыштын экосистемаларынын сапатынын комплекстүү көрсөткүчтөрүнүн тутуму иштелип чыкты. Бул натыйжаларга туруктуу өнүгүүнүн ачкыч көрсөткүчтөрдү аныктоо аркылуу жетишүү мүмкүн.

Суу экосистемаларынын трофикалык деңгээлин баалоо методологиясы иштелип чыкты жана ишке киргизилди. Суу объектилеринин сапатын комплекстүү баалоо үчүн зарыл болгон «хлорофилл-а» параметринин аныктамасын жана TLI индексин кошуу менен экологиялык мониторинг тутумуна өзгөртүүлөрдү киргизүү сунушталат (рационализатордук сунушка күбөлүк № 991). Айлана-чөйрөнү байкоо мамлекеттик программасына зарыл болгон өзгөртүүлөрдү киргизүүнү эске алуу менен «Ысык-Көлдүн экологиялык абалын байкоо маалыматтык тутуму» илимий иштеп чыгуусу (ЭЭМ үчүн № 969 автордук күбөлүк; 13.08.2024-ж.; 20.08.2024-ж.) жана Ысык-Көлдүн жээк буфердик зонасынын туурасын аныктоонун методикасы иштелип чыккан жана ишке киргизилген (рационализатордук сунушка № 990 күбөлүк).

«Кумтөр» Голд Компани ЖАКн кооптуу калдыктар полигонунун мунай зат менен булганган кыртыштарын рекультивациялоо боюнча сунуштар жана колдонмолор иштелип чыкты. Тазаланган топуракты катмар-кабат толтуруу үчүн изоляциялык жана рекультивациялык катмар катары пайдалануу сунушталат (2019-жылдын 24-декабрындагы иштин аяктагандыгы жөнүндө акт, 2018-жылдын 13-ноябрындагы С-6123). Аналитикалык жана эксперименталдык изилдөөлөрдөн алынган маалыматтар, ошондой эле иштелип чыккан илимий материалдар жана окуу куралдары лекциялык курстарга жана «Айлана-чөйрөнү коргоо инженериясы» адистиги боюнча билим алып жаткан ЖОЖдун студенттери үчүн лабораториялык жана практикалык иштердин көрсөтмөлөрүнө киргизилген.

Диссертациянын коргоого алынып чыгуучу негизги жоболору:

1. Комплекстүү индекстерди, коэффициенттерди жана ТРИАД ыкмасын колдонуу менен иштелип чыккан өнөр жай жана техногендик зоналардагы кыртыштын сапатынын интегралдык көрсөткүчтөрү деградациянын деңгээлин дифференциялоого жана бузулган аймактарды реабилитациялоо боюнча илимий негизделген сунуштарды иштеп чыгууга мүмкүндүк берет.

2. Ысык-Көлдүн жээктик экосистемасынын рекреациялык жүктөмүн баалоо үчүн чычырканактын (*Hippophae rhamnoides* L.) фитоиндикациялык параметрлери. Эркектердин жана ургаачылардын пайыздык катнашы жээк экосистемаларынын стресс даражасынын маалыматтуу көрсөткүчү катары кызмат кыла алат.

3. Ысык-Көлдүн экологиялык абалын анын трофикалык деңгээлинин абалын, анын негизги ачкыч көрсөткүчү хлорофилл-а концентрациясынын негизинде баалоо суу чөйрөсүнүн сапатына ишенимдүү баа берүүнү камсыз кылуу менен, анын трофикалык даражасын объективдүү диагностикалоого мүмкүндүк берет. Жээктеги буфердик зоналардын урбанизацияланган аймактарга айланышынын Ысык-Көлдүн трофикалык абалынын жогорулашына тийгизген таасиринин даражасы. 100 мде 14,46% жана 500 мде 35,61% жээк экосистемалардын өзгөртүүлүүсү орточо TLI 2.14 түздү.

4. Ысык-Көлдүн экосистемасынын сапатынын жана аялуулугунун интеграцияланган индекстери, ошондой эле баалоо жана болжолдоочу картографиялык моделдер иштелип чыккан. Интегралдык аялуу индекси (ICVI) аймактын социалдык-экономикалык өнүгүүсүнүн параметрлери (SVI) менен экологиялык потенциалдын (CVI) ортосундагы мейкиндик байланышын эске алууга мүмкүндүк берет.

5. Ысык-Көлдүн экосистемасынын экологиялык байкоо тутумунун заманбап санариптик модели, көлдүн биофизикалык жана гидрохимиялык

көрсөткүчтөрүн интеграциялоочу, экологиялык абалын комплекстүү баалоого мүмкүндүк берүүчү, маалыматтын жогорку мазмунун, талдоо жана болжолдоо процесстерин автоматташтыруу менен бирге экологиялык жана экосистеманы башкаруу чөйрөсүндө кабыл алынуучу чечимдерге көмөк түзө алат.

6. Булгануунун деңгээлин төмөндөтүү жана мунай менен булганган топурактарды кайра иштетүү боюнча технологиялык чечимдер. Суук климаттык зоналарда жана бийик тоолуу аймактарда биостимуляция ыкмасы мунай зат продуктулары менен кирдеген кыртыштарды биоремедиацияланышын 62,78% камсыз кылат.

Изилдөөчүнүн жеке салымы. Диссертация автордун түздөн-түз аткаруучу катары катышкан теориялык жана эксперименталдык изилдөөлөрдүн жыйынтыгын чыгарган оригиналдуу илимий эмгек болуп саналат. Изилдөөнүн багытын тандоодо, көйгөйдү формулировкалоодо, изилденүүчү процесстерди моделдөөдө автор негизги ролду ойноп, алынган натыйжаларды илимий жактан негиздеп, интерпретациялоону жүргүзгөн. Автордун салымы чечүүчү жана изилдөөнүн бардык этаптарында активдүү катышууну, натыйжаларды талкуулоону, илимий макалаларды жана докладдарды даярдоону камтыйт.

Изилдөөнүн жыйынтыктарын апробациялоо.

Диссертациянын темасы боюнча изилдөөлөрдүн материалдары төмөнкү илимий-практикалык конференцияларда баяндалган жана талкууланган: Борбордук Азия экосистемаларын сактоо жана туруктуу өнүгүү: принциптери, чакырыктары, келечеги» аттуу Эл аралык илимий-практикалык конференцияда, Бишкек шаары, 2024-жылдын 19–20-сентябры (Бишкек, 2024); 6-Эл аралык Кара деңиз заманбап илимий изилдөөлөр конгрессинде, Трабзон шаары, Түркия, 2024-жылдын 23–25-августу (Трабзон, 2024); «Ысык-Көл» Биосфера аймагынын биотүрдүүлүк, экология жана биокоопсуздук боюнча заманбап маселелери" аттуу II Эл аралык илимий-практикалык конференцияда, Бишкек шаары, 2021-жылдын 16–17-сентябры (Бишкек, 2021); «Дарыя бассейндеринин экологиясы» аттуу X Эл аралык илимий-практикалык конференцияда, Владимир шаары, 2021-жылдын 21–22-сентябры (Владимир, 2021); «Экологиялык мониторинг: ыкмалары жана ыкчам мамилелери» аттуу Эл аралык конференцияда жана «Экстремалдык шарттардагы татаал системалар» аттуу XX Эл аралык симпозиумда, Красноярск шаары, 2021-жылдын 20–24-сентябры (Красноярск, 2021).

Диссертациянын жыйынтыктарынын басылмаларда толук чагылдырылуусу. Диссертациянын негизги жоболору: 30 илимий эмгек жана илимий баяндамалар, анын ичинен 10у КР УИАнын рецензияланган журналдарында, 12си Web of Science жана SCOPUS маалыматтар базасында

индекстелген журналдарда, 7си импакт фактору 0,2 жогору РИНЦ системасы тарабынан индекстелген мезгилдик басылмаларда жарыяланган, 1 автордук күбөлүк, 2 рационализатордук сунуш киргизилген.

Иштин түзүлүшү жана көлөмү. Диссертация кириш сөздөн, 5 бөлүмдөн: адабияттык талдоо, методология жана изилдөө ыкмалары, эксперименталдык изилдөөнүн 3 бөлүмү, корутунду, жумушта кабыл алынган аббревиатуралардын жана белгилердин тизмеси, колдонулган адабияттардын тизмеси жана тиркемелерден турат. Диссертация компьютердик тексттин 217 бетинде берилген, анын ичинде 38 таблица, 79 сүрөт, 7 тиркеме. Колдонулган библиографиялык булактардын саны 467 аталышты түзөт, анын ичинде 104 орус тилинде, 363 англис тилинде.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

КИРИШҮҮДӨ изилдөөнүн тандалган багытынын актуалдуулугун негиздейт, диссертациялык иштин максатын жана милдеттерин аныктайт, ошондой эле алынган натыйжалардын илимий жаңылыгын жана практикалык маанисин көрсөтөт. Коргоо үчүн берилген негизги жоболор формулировкаланып, изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын апробациялоо жана жарыялоо жөнүндө маалымат берилет.

1-БӨЛҮМ «АДАБИЯТТЫК ТАЛДОО». Кыргызстанда жана жалпысынан дүйнөдө туруктуу өнүгүү үчүн суунун жана топурак факторлорунун учурдагы экологиялык абалы боюнча адабияттык маалыматтарды талдоого арналган. Интенсивдүү инновациялык прогресс эбегейсиз бийиктикке жетти, бирок бул табигый чөйрөнүн сапатына терс таасирин тийгизүүдө. Учурда дүйнөнүн алдыңкы окумуштуулары жана эл аралык уюмдары климаттын өзгөрүшүнө, суу жана жер ресурстарынын деградациясына, чөлгө айланууга, биоартүрдүүлүктүн жоголушуна жана башка олуттуу көйгөйлөргө алып келген экологиялык кризистен чыгуунун стратегияларын активдүү издөөдө. 1992-жылы Рио-де-Жанейродо өткөн БУУнун конференциясында туруктуу өнүгүү концепциясы сунушталган жана кабыл алынган, формалдуу түрдө улуттук жана эл аралык саясий күн тартибине киргизилген жана жашыл жумуш орундарынын санынын көбөйүшү, жашыл энергия, адамзаттын азыркы жана келечектеги муундарынын жашоосунун коопсуз жана татыктуу жашоо стандарттары менен келечекке багыт аныкталган. Экосистемаларды туруктуу өнүктүрүү концепциясын илгерилетүүдөгү жетишкендиктерди да, кемчиликтерди да түшүнүү, жаратылыш принциптерине ылайыкташтырылган жаңы жашыл технологияларды иштеп чыгуу, ошондой эле туруктуулуктун индикаторлорун, экологиялык критерийлерди, ченемдерди жана

жол берилген таасир лимиттерин иштеп чыгуу, негизги ролу. Бул адабияттарды кароодо талкууланган көптөгөн сунуш кылынган критерийлер, стратегиялар жана ыкмалар жергиликтүү экологиялык, социалдык, экономикалык мүнөздөмөлөргө жана айырмачылыктарга шайкеш келген чечимдерди издөөнү талап кылган конкреттүү шарттарга ылайыкташтырылышы керек. 2012-жылы экологиялык көйгөйлөргө туш болгон Кыргыз Республикасы жашыл экономиканын артыкчылыктуу багыттарын илгерилетүү аркылуу туруктуу өнүгүүгө умтуларын билдирди жана өлкөнүн туруктуу өнүгүү боюнча саясатын кабыл алды. Өлкөнүн жаратылыш ресурстарын сактоого жана көбөйтүүгө багытталган туруктуу өнүгүү принциптерине ылайык көрүлгөн күч-аракеттерге жана өнүктүрүү чараларына карабастан, өлкөдө суу жана жер ресурстарынын деградациясынын олуттуу көйгөйлөрү бар. Кыргыз Республикасы Борбордук Азиянын кең чөлдөрү менен курчалган жана калкынын 65%дан ашыгы айыл жеринде жашаган бийик тоолуу айыл чарба өлкөсү экендигин эске алуу менен, бул уникалдуу тоолуу өлкөнүн маданий, экономикалык жана экологиялык өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен жергиликтүү, аймактык шарттарга ылайыкталган өлкөнүн уникалдуу жаратылыш экосистемаларын өнүктүрүү жана сактоо туруктуу өнүктүрүү боюнча иш-чараларды, стратегияларды, ыкмаларды, индикаторлорду иштеп чыгуу зарыл.

2 - БӨЛҮМ «МЕТОДОЛОГИЯ ЖАНА ИЗИЛДӨӨ ЫКМАЛАРЫ»

Диссертациялык иш теоретикалык жана практикалык бөлүмдөрдөн турат. Изилдөө объектирели, ыкмалары жана статистикалык талдоо жүргүзүлгөн.

Изилдөө объектилери: Оор металлдар, мунай зат продуктулары менен кирдеген топурактар, Ысык-Көлдүн экосистемасы, Кумтор кени.

Изилдөө предмети: Экологиялык индекстердин жана көрсөткүчтөрдүн негизинде жаратылыш жана техногендик объекттердин суу жана топурак ресурстары.

Изилдөө ыкмалары: Суу жана топурак ресурстарынын абалын баалоонун комплекстүү ыкмалары, булганган кыртыштарды биоремедиациялоо ыкмалары, тазаланган кыртыштарды кайра иштетүү ыкмалары жана жаратылыш ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу ыкмалары.

Урбанизацияланган экосистемалардын оор металлдар менен булгануусу боюнча абалын баалоо үчүн байытуу коэффициенти (EF), геоаккумуляциялык индекси (Igeo), булгануу фактору (CF), булгануу даражасы (Cd), потенциалдык тобокелдик индекси (PER), экологиялык тобокелдиктин индекси (RI) жана ТРИАД ыкмасын колдонуу менен бааланган урбанизацияланган экосистемасынын топурактары Ысык-Көл облусунун мисалында ар кандай экологиялык көрсөткүчтөрдүн өз ара байланышынын ыкмалары сыналды. Топурак үлгүлөрү эл аралык аккредитациясы бар Alex Stewart Assay жана

Environmental Laboratories лабораторияларында индуктивдүү туташкан плазма атомдук эмиссия спектроскопиясы (ICP-OES) ыкмасын колдонуу менен оор металлдардын (коргошун, Pb; цинк, Zn; темир, Fe; жез, Cu; кадмий, Cd) кармалышы изилденди.

Топурактардын экологиялык абалын ТРИАД ыкмасы менен баалоо, тобокелдиктин индекстерин (RI): химиялык (ChemRI), экотоксикологиялык (EtoxRI), экологиялык (EcoRI). Биотестирлөө М. Ломоносов атындагы Москва мамлекеттик университетинин топурак экотоксикологиясы лабораториясы тарабынан модификацияланган фитопланшеттерди колдонуу менен сыноо объекттерин пайдалануу менен кыска мөөнөттүү эксперименттердин шартында жүргүзүлдү. Шаар кыртышынын биоиндикациялык анализи кыртышта жашоочу микроорганизмдердин үч негизги тобунун экологиялык көрсөткүчтөрүн изилдөөдөн турду: - кыртыштын микромицеттик, бактериалдык жана актиномицеттик комплекси: Чапек, МПА жана КАА чөйрөлөрүндө топурак суспензиясын себүүнүн стандарттык ыкмасы боюнча; Колония түзүүчү бирдиктердин (КОЕ) жалпы санына, түрлөрдүн санына жана жагымсыз факторлорго туруктуу кара пигменттүү козу карын түрлөрүнүн үлүшүнө жараша синекологиялык талдоо жүргүзүлгөн.

Көлдүн химиялык абалын аныктоо жана гидроэкологиялык баалоо төрт негизги параметрди колдонуу менен жүргүзүлдү: жалпы азот (TN), хлорофилл-а (Chl-a), жалпы фосфор (TP) жана суунун тунуктугу (SD). Суунун тунуктугу Секки дискинин жардамы менен бааланган. Ацетон менен экстракциялоодон кийин хлорофилл-а (Chl-a) курамы спектрофотометрдик жол менен аныкталган. Маалыматтарды статистикалык иштетүү абсолюттук жана салыштырмалуу чоңдуктарды талдоонун негизинде вариациялык статистиканын жалпы кабыл алынган ыкмаларын колдонуу менен ишке ашырылган.

Бул изилдөөдө эсептелген жээк аялуу индексинин интегралдык жээк аялуу индекси (ICVI) деп аталган ыкманы колдонуу менен төмөнкү теңдеме (3) менен туюнтулган:

$$ICVI = \frac{\alpha \times SVI + \beta \times CVI}{\alpha + \beta}; \ \alpha = \beta = \frac{1}{2} \qquad (3)$$

Изилдөө биоремедиациянын ар кандай стратегияларын, анын ичинде биостимуляцияны, биоаугментацияны жана айкалыштырылган схема (биостимуляция менен биоаугментация менен айкалыштыруу) изилденди.

3-5 бөлүмдөрдө өздүк изилдөөлөр берилген.

3-БӨЛҮМ «Интеграциялык экологиялык индекстерди жана индикаторлорду пайдалануунун негизинде топурак ресурстарынын

абалына баа берүүнүн критерийлери». Кыргыз Республикасынын топурак экосистемасынын актуалдуу экологиялык көйгөйлөрүн анализдөө менен бирге илимий жактан топурак экосистемаларынын экологиялык абалын салттуу чектүү денгээлдин концентрацияларын колдонуу ыкмаларынан (ЧДК) заманбап комплекстүү интеграцияланган, жана дисциплиналар аралык ыкмаларга өтүүнүн илимий негиздери келтирилип тиешелүү экологиялык критерийлерди аныктоого мүмкүндүк берүүнү камсыз кылууга арналган. Бөлүм жаратылыш жана техногендик экосистемалардын абалын комплекстүү баалоо үчүн экологиялык индекстерди жана индикаторлорду колдонуунун зарылдыгын жана максатка ылайыктуулугун тастыктаган эксперименталдык маалыматтар менен толукталган. Бул техногендик жана табигый топурак экосистемаларын коргоо жана калыбына келтирүү боюнча натыйжалуу чараларды иштеп чыгуу үчүн зарыл.

3.1 Кыргызстандын кыртыш ресурстарынын экологиялык абалы жана алардын экологиялык абалын баалоо системалары. Өлкөнүн артыкчылыктуу багыттарынын бири өлкөнүн туруктуу өнүгүүсүн камсыз кылуу болуп саналат, мында өлкөнүн улуттук коопсуздугунун ажырагыс бөлүгү катары экологиялык коопсуздук табигый системаларды сактоонун жана айлана-чөйрөнүн тийиштүү сапатын сактоонун негизи болуп саналат. Бирок, өлкөдө бир катар орчундуу экологиялык көйгөйлөр бар, чөлдөшүүгө каршы күрөшүү боюнча улуттук борбордун маалыматы боюнча 10,6 млн. га айыл чарба жерлеринин 88% ашыгы бузулган жана чөлгө дуушар болгон, кайра шордонууга дуушар болгон аймактардын көлөмү көбөйүп бардык айдоо жерлеринин 75%ын түзөт, жайыттардын 50% ашыгы орточо жана катуу бузулган деп классификацияланган.

Өлкөнүн топурак экосистемаларынын булганышынын жана экологиялык абалынын начарлашынын булактары болуп өнөр жай, айыл чарба, өндүрүш жана катуу тиричилик таштанды полигондору саналат.

3.2 Кыргызстандын түндүгүндөгү топурак экосистемаларын комплекстүү баалоо үчүн көп критерийлүү экологиялык көрсөткүчтөрдү колдонуу боюнча эксперименталдык изилдөөлөр. Ысык-Көл облусунун урбанизацияланган экосистемаларынын абалын оор металлдардын булганышын баалоо үчүн ар кандай экологиялык индекстерди: каныгуу коэффициенти (EF), геоаккумуляция индекси (Igeo), булгануу коэффициенти (CF), булгануу даражасы (Cd), потенциалдуу экологиялык тобокелдиктин индекси (PER) жана экологиялык тобокелдиктин индекси (RI) TRIAD ыкмасын колдонуу менен бааланып апробацияланган. Топурак үлгүлөрү Pb, Zn, Fe, Cu жана Cd менен кирдөөсү изилденген. 3.2.1-таблицада келтирилген Ысык-Көл облусунун топурактарында оор металлдардын камтылышы бардык изилдөө зоналарында Zn

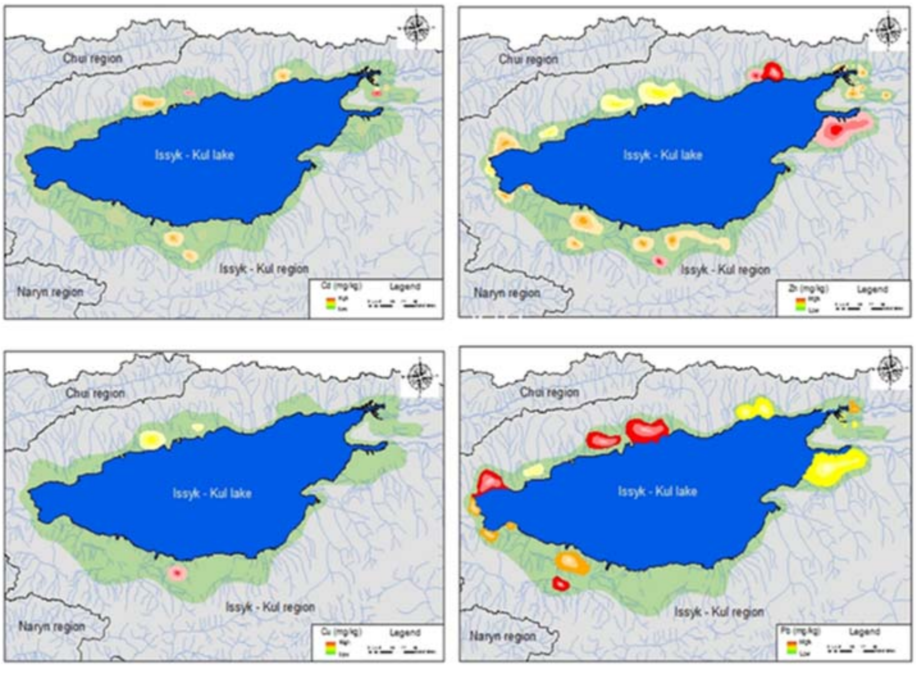
жана Pb жогору, ал эми батыш зонасында Cu жана Cd маанилери төмөн болгонун көрсөтүп турат.

3.2.1-таблица – Топурактагы оор металлдын орточо мааниси (мг\кг)

Ысык-Көлдүн зоналары	Оор металлдардын кармалышы				
	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe
Батыш зонасы	32 ± 0,27	0,3 ± 0,08	18 ± 0,63	60 ± 0,89	233 ± 7,89
Түндүк зонасы	28,5±0,28	0,55±0,03	22 ± 0,21	61,3±0,46	316,7 ± 5,87
Түштүк зонасы	29,4±0,82	0,56±0,01	20,5±0,68	65,1 ± 0,21	342,5 ± 4,19
Чыгыш зонасы	24,6±0,44	0,55±0,01	21,4±0,82	69,9 ±0,62	308,6 ± 7,87
Фон	21,7±0,06	0,50±0,01	22,7±0,43	41,3±0,26	380 ± 9,87

Эскертүү: $\bar{X} \pm SE$

3.2.1-сүрөттө топуракта Cd, Cu, Pb жана Zn мейкиндикте таралышынын карта-схемалары келтирилген. Геохимиялык карталарда кызыл түстөр оор металлдардын жогорку концентрациясын, ал эми жашыл түстөр азыраак концентрациясын көрсөтөт. Cd жана Cu таралуу схемасы мейкиндикте таралуусунун гетерогендүүлүгүн көрсөтүп турат. Карта-схемалардын негизинде кыртыштын үлгүлөрүндөгү тандалган оор металлдардын эң жогорку концентрациясы өнөр жай ишканаларынын, транспорт жана айыл чарба өндүрүштөрүнүн жанында табылган.



3.2.1-сүрөт – Ысык-Көл облусунун топурактарында оор металлдардын мейкиндикте таралышы

Изилденген аймактар үчүн каныгуу коэффициентинин маанилери 3.2.2 таблицада келтирилген.

3.2.2-таблица – Изилдөө аймагындагы кыртыштын каныгуу коэффициенти

Ысык-Көлдүн зоналары	Pb	Cd	Cu	Zn
Батыш зонасы	2.41	0.98	1.29	1.14
Түндүк зонасы	1.58	1.32	1.17	0.85
Түштүк зонасы	1.50	1.24	1.01	0.84
Чыгыш зонасы	1.40	1.35	1.17	1.00

Батыш зонасында каныгуу коэффициенти төмөнкүдөй тартипте жайгашкан: Pb (2.41)> Cu (1.29)> Zn (1.14)> Cd (0.98). Калган зоналар боюнча каныгуу коэффициенттеринин маанилери төмөнкү ырааттуулукка ылайык болгон: Pb> Cd> Cu> Zn. Батыш зонасында Pb эң жогорку каныгуу коэффициентине ээ болгон, бул топуракты Pb менен орточо байытылган категорияга кошууга мүмкүндүк берет. Классификациянын негизинде батыш зонасында Cu, Zn жана Cd үчүн каныгуу коэффициентинин маанилери 2ден (EF <2) төмөн болгон, бул минималдуу каныгууну көрсөтүп турат. Каныгуу коэффициентинин негизинде сыналган кыртыштар Pb, Cd, Cu жана Zn менен минималдуу байытылган, ал эми түндүк жана түштүк зоналардын топурактары Zn менен булганган эмес деген жыйынтык алынды.

Ысык-Көлдүн төрт зонасынан алынган топурактагы уулуу металлдардын эсептелген Igeo маанилери 3.2.3. таблицасында келтирилген. Бардык зоналарда Igeo баалуулуктары төмөнкү тартипте жайгашкан: Zn>Pb>Cu>Cd.

Жалпысынан Zn, Pb жана Cu бардык изилдөө аймактарында эң жогорку Igeo индексине ээ болгон.

3.2.3-таблица – Изилдөөчү аймактагы топуракта оор металлдардын геоаккумуляциялык индекстери (Igeo)

Ысык-Көлдүн зоналары	Pb	Cd	Cu	Zn
Батыш зонасы	8.85	- 3.32	8.09	10.69
Түндүк зонасы	8.69	- 2.45	8.38	10.72
Түштүк зонасы	8.73	- 2.42	8.28	10.81
Чыгыш зонасы	8.48	- 2.45	8.34	10.91

Pb геоаккумуляциялык индексинин эң жогорку мааниси батыш зонасында (8.85) жана түштүк зонасында (8.73), ал эми Zn - чыгыш зонасында (10.91) жана

түштүк зонасында (10.81) байкалган. Бардык зоналардагы геоаккумуляциялык индекстин негизинде кыртыш Zn, Pb жана Cu менен өтө булганган топурактарга кирет. Cd үчүн байкалган терс маанилер булгануунун төмөн деңгээлин көрсөтүп турат.

3.2.4-таблицадан көрүнүп тургандай, Zn чыгыш зонасында булгануунун жогорку көрсөткүчүнө ээ болгон жана 1.69 түзгөн, ал эми башка зоналарда бул көрсөткүч 1.45-1.58 арасында өзгөргөн, бул да орточо булганууга барабардыгын көрсөтөт. Бардык зоналардагы изилденген топурак Pb, Zn, Cd орточо булганган категорияга кирет, Cd менен аз булганган батыш зонасын кошпогондо.

3.2.4-таблица – Изилдөө зонасында булгануу коэффициенттери (Кз) жана оор металлдар менен булгануу даражасы (Сз).

Ысык-Көлдүн зоналары	Pb	Cd	Cu	Zn	Cdegree
Батыш зонасы	1.47	0.60	0.79	1.45	4.32
Түндүк зонасы	1.31	1.10	0.97	1.48	4.87
Түштүк зонасы	1.35	1.12	0.90	1.58	4.95
Чыгыш зонасы	1.13	1.10	0.94	1.69	4.87

Cu бардык зоналарда 0.79-0.94 маанилерин көрсөтүп, эң төмөнкү булгануу коэффициентине ээ болгон жана аз булганган катары классификацияланган.

Батыш зонасында булгануу коэффициенттери өсүү тартибинде аналогиялык тенденцияны корсөткөн: Pb> Zn> Cu> Cd, ал эми башка изилденген зоналарда: Zn> Pb> Cd> Cu түзгөн.

Топурактын булгануу даражасы боюнча Ысык-Көл оор металлдар менен аз булганган аймакка кирээри аныкталган. Булгануу даражасы батыш, түндүк, түштүк жана чыгыш зоналарында 4.32; 4.87; 4.95 жана 4.87 түзгөн.

3.2.5-таблицадагы маалыматтар изилденген аймактарда PLI маанилери 0.25-0.54 диапазонунда өзгөрүп тургандыгын көрсөтүп турат, бул 1ден төмөн жана булгоочу жүктүн жоктугун көрсөтөт.

3.2.5-таблица – Изилдөө аймакта оор металлдар менен булгануу индекси (PLI).

	Батыш зонасы	Түндүк зонасы	Түштүк зонасы	Чыгыш зонасы
PLI	0.25	0.52	0.54	0.50

Топурак үлгүлөрүндөгү оор металлдардын потенциалдуу экологиялык коркунучу (PERI) бааланган жана 3.2.6. таблицада берилген. Бардык аймактарда

потенциалдуу экологиялык тобокелдиктин мааниси 30.79 дан 46.47ге чейин өзгөрүп турат жана тобокелдиктин төмөн деңгээлин көрсөткөн.

3.2.6-таблица – Изилдөө аймакта оор металлдардын потенциалдуу экологиялык коркунучу (PRI)

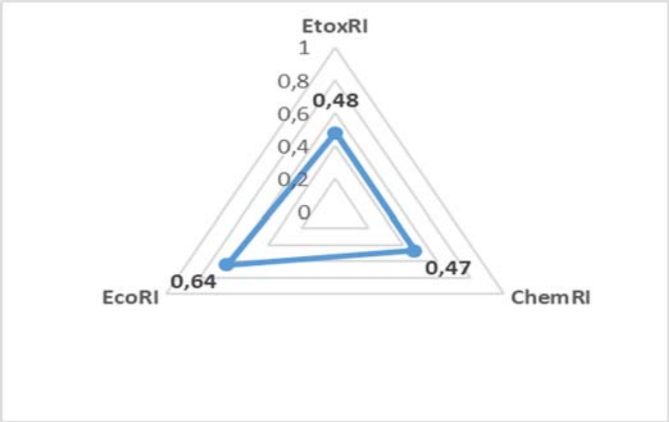
Ысык-Көлдүн зоналары	Ei				PERI
	Pb	Cd	Cu	Zn	
Батыш зонасы	7.37	18.00	3.96	1.45	30.79
Түндүк зонасы	6.57	33.00	4.85	1.48	45.90
Түштүк зонасы	6.77	33,60	4.52	1.58	46.47
Чыгыш зонасы	5.67	33.00	4.71	1.69	45.07

ТРИАД ыкмасын колдонуу менен кыртыштын экологиялык абалына баа берүү Ысык-Көл облусунун батыш зонасында сыналган. Бул регион аймак үчүн маанилүү транспорттук түйүн болуп саналат жана топурактын оор металлдар менен булгануу коркунучун жаратат. Транспорттук булгануунун кыртыштын микроорганизмдерине тийгизген таасирин изилдөөдө козу карындарды кошпогондо, микроорганизмдердин бардык изилденген түрлөрүнүн санынын жана түрлөрдүн ар түрдүүлүгүнүн азайышы байкалган, бул алардын булгануунун бул түрүнө чыдамдуулугун көрсөтөт. Актиномицеттердин саны аз болгон. *Cinereus, Helvolo Flavus* жана *Roseus* секциялардын өкүлдөрү байкалган. Микромицеттер Aspergillus, Fusarium жана *Penicillium* түрлөрүнөн турган.

Изилденип жаткан тест-культуралар оор металлдарга жогорку сезгичтигин көрсөттү жана изилдөөбүздө алар төмөнкү ырааттулукта жайгашты: *Raphanus sativus* L. < *Lepidium sativum* L. < *Avena sativa* L.. Эң сезгич түр *Raphanus sativus* болгон, анын өнүү пайызы 7% түздү.

Raphanus sativus L. уруктарынын өнүп чыгышында 50% дан ашкан жогорку уулуулук аныкталды, бул табигый чөйрөнүн уулуулугун биотикалык контролдоо ыкмасынын эң чоң маалыматтык мүнөзүн тастыктайт.

3.2.2-сүрөттө химиялык, токсикологиялык жана биоиндикациялык маалыматтардын натыйжалары келтирилген.



3.2.2-сүрөт – Эсептелген тобокелдик индекстери (RI): химиялык (ChemRI), экотоксикологиялык (EtoxRI), экологиялык (EcoRI)

Бул изилдөөнүн натыйжалары изилденүүчү аймакта оор металлдардын концентрациясынын кармалышын баалоодо ар кырдуулугун көрсөттү. Изилденип жаткан Ысык-Көл аймагынын топурагында оор металлдардын концентрациясы төмөндөгүдөй өсүү тартибинде болгон: Zn> Pb> Cu> Cd. Каныгуу жана булгануу коэффициенттери сыяктуу көрсөткүчтөр Ысык-Көлдүн топурактары Pb, Zn жана Cd менен орточо булганганын, геоаккумуляция индекси боюнча Pb, Zn жана Cu менен жогорку деңгээлде булганганын аныктады.

Потенциалдуу экологиялык тобокелдик төмөн деп бааланды, ал эми ТРИАД ыкмасы топуракты жогорку деңгээлде булганган деп мүнөздөйт жана булгануу даражасын баалоодо биотикалык компоненттерди колдонуу жогорку маалыматтуулукка ээ экендигин көрсөттү. Бул изилдөөнүн натыйжалары кыртыштын мындан ары начарлоосунан жана булгануусунан коргоо үчүн Ысык-Көлдүн аймагында адамдын ишмердүүлүгүн чектөө жана жөнгө салуу боюнча адекваттуу чараларды көрүү зарыл экендигин көрсөтүп турат.

Экосистеманын реалдуу абалын баалоого мүмкүндүк берүүчү маалыматтык ыкмаларды туура тандоо маанилүү. Урбанизацияланган экосистеманын абалын баалоочу ар кандай экологиялык индекстер терс таасирдин ар кандай даражасын көрсөттү. Каныгуу коэффициенти, булгануу коэффициенти, геоаккумуляция жана потенциалдуу экологиялык коркунуч сыяктуу индекстер негизинен топурактын айрым оор металлдар менен булганышын, ал эми айлана-чөйрөнүн абалын үч негизги көрсөткүч боюнча (химиялык, экотоксикологиялык жана биоиндикативдик) баалоочу ТРИАД ыкмасы татаал кыртыштын экосистемасынын экологиялык абалына эң ишенимдүү баа берүүгө мүмкүнчүлүк берүүсүн көрсөттү. Топурак экосистемасынын абалын комплекстүү баалоо үчүн бааланган экосистеманын ажырагыс бөлүгү катары биотанын абалын эске алуу маанилүү экендиги ырасталды.

Ысык-Көлдүн жээктеги экосистемаларында рекреациялык жүктөмдүн фитоиндикаторун колдонуу мүмкүнчүлүгүн изилдөө. Ысык-Көл көлүнүн экосистемасына терст таасир тийгизүүчү рекреациялык жүктүн фитоиндикатору катары чычырканакты (*Hippophae rhamnoides* L.) колдонуу мүмкүнчүлүгүн көрсөттү. Ургаачы менен эркек өсүмдүктөрүнүн топтомдорунун катышы сыяктуу көрсөткүчтөр маалыматтуу деп табылды. Ысык-Көлдүн жээгинин эң көп жүктөлгөн аймактарында бадалдардын визуалдык көптүгүнө карабастан, корголуучу аймакта өскөн бадалдарды деталдуу изилдөө жана салыштыруу алардын морфологиялык мүнөздөмөлөрүндө олуттуу айырмачылыкты көрсөткөн.

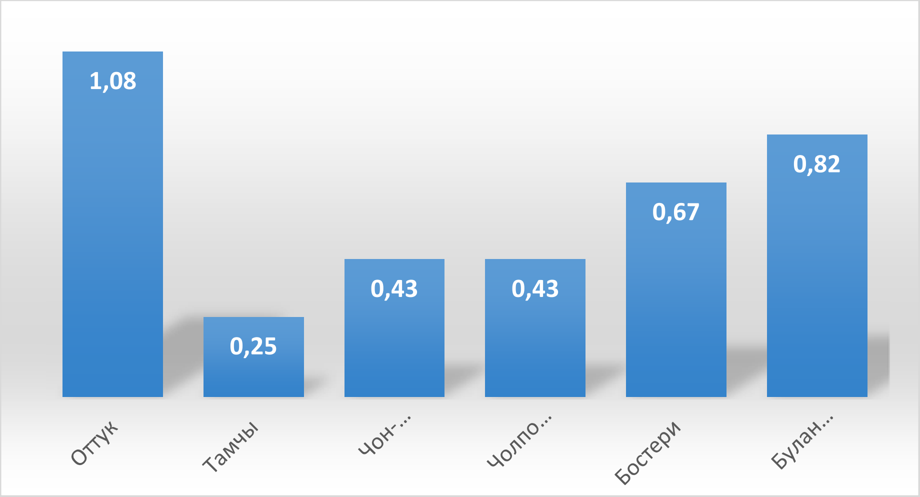
Орточо мөмө узундугу менен мөмө сабагынын узундугунун ортосунда эч кандай байланыш табылган жок. Мөмө узундугунун орточо көрсөткүчтөрү боюнча изилдөө аянттары төмөнкүдөй тартипте жайгаштырылды: эң узун мөмөлөр Бостери жана Чолпон-Ата чекитиндеги бадалдарда табылган, 7,8 мм менен, эң төмөнкү көрсөткүч Чоң-Сары-Ойдо - 7,2 мм чекити белгиленген, ал эми контролдук вариантта - 7,3 мм. Өзгөрүү диапазону 0,6 мм түзгөн.

Мөмөнүн диаметри экономикалык көз караштан алганда маанилүү критерийлердин бири болуп саналат. Биздин изилдөөлөр көрсөткөндөй, Чолпон-Ата чекитинен алынган үлгүлөр эң чоң жемиш диаметрине ээ, анын орточо мааниси 6,7 мм болгон. Башка изилденген чекиттердин көрсөткүчтөрү 5,1-5,9 мм диапазондо болгон, ал эми өзгөрмөлүүлүк диапазону 1,6 мм түзгөн (3.2.7-таблица). Кызыгуу туудурган кийинки көрсөткүч - түйүлдүктүн салмагы. Бардык изилденген үлгүлөрдөгү жемиштердин салмагы 0,6-0,2 г арасында өзгөрүп, майда жемиштүү катары мүнөздөлгөн. Чолпон-Ата чекитинде мөмөлөрдүн орточо диаметри башка чекиттерге салыштырганда чоң болгонуна карабастан, бул мөмөлөрдүн салмагына таасир этпегендиги, орточо көрсөткүчү 0,2 граммды түзгөнү белгилүү болду. Экосистемага антропогендик басымдын жогорулашынын шарттарында чычырканак бадалдары механикалык зыянга учурайт, бул алардын, айрыкча ургаачы чычырканак особдорунун азайышына алып келет. Антропогендик таасирге өтө сезгич болгондордо ургаачы особдорунун пайызы төмөн жана 20-30% арасында өзгөргөн. Ал эми корголуучу аймакта (Оттук) ургаачы особдорунун үлүшү 52%ды түздү, бул эркек особдоруна караганда 4% көп, ал эми Булан-Сөгөттү чекитинде ургаачы особдордун үлүшү контролдук вариантка жакын болуп 45%ды түздү, бул изилдөө чекити аз жүктөлгөн деп бааланды.

3.2.7-таблица – Ысык-Көл облусундагы чычырканак мөмөлөрүнүн биометрикалык көрсөткүчтөрү

№ п/п	Изилдөө чекиттери	Параметрлердин орточо маанилери			
		Мөмө сабагынын узундугу M±m, мм	Мөмөнүн узундугу M±m, мм	Мөмөнүн диаметри M±m, мм	Мөмөнүн массасы M±m, гр
1	Оттук	3,8±0,02	7,3±0,6	5,1±0,4	0,2±0,01
2	Тамчы	3,0±0,03	7,6±0,5	5,4±0,5	0,6±0,04
3	Чон-Сары-Ой	2,8±0,02	7,2±0,7	5,9±0,4	0,4±0,03
4	Чолпон-Ата	3,2±0,03	7,8±0,7	6,7±0,6	0,2±0,03
5	Бостери	2,5±0,03	7,8±0,6	5,9±0,5	0,2±0,02

Эскертүү: X̄ ± SE



3.2.3 – сүрөт – Ар кандай рекреациалык жүктөмдө *H. rhamnoides* L. жыныс түзүмдөрүнүн катышынын өзгөрмөлүүлүгү (%).

Изилденген үлгү участокторундагы эркектер менен ургаачылардын катышы 3.2.3-сүрөттө көрсөтүлгөн жана В.П. Бессчетнов [9] шкаласы боюнча аныкталган, ага ылайык, ЭУК = 1,0 катышы болгондо терс таасирдин даражасы жок; 0,9-0,8 - аз; 0,7–0,6 – орточо; 0,5 жана төмөн катышы боюнча - күчтүү. Демек, көлдүн экосистемасына антропогендик таасирдин деңгээлинин маалымат берүүчү фитоиндикатору болуп жээк зонасында эркектер менен ургаачылардын пайызы кызмат кыла алат.

Демек, көлдүн экосистемасына антропогендик таасирдин деңгээлинин эң маалымат берүүчү фитоиндикатору болуп жээк зонасында эркек жана ургаачы особдорунун пайызы кызмат кыла алат.

Ошентип, көлдүн экосистемасына айлана-чөйрөнүн экологиялык мүмкүнчүлүктөрүн эске алуу менен орточо, чектелген жүктүн болушу экосистемалык кызматтарды туруктуу жана узак мөөнөттүү пайдалануунун жана

жергиликтүү коомчулук үчүн узак мөөнөттүү пайданын ачкычы болуп саналат деп болжолдоого болот, ал эми чычырканактын фитоиндикативдик көрсөткүчтөрү (*Hippophae rhamnoides* L.) жээктеги экосистемалардын стресс даражасынын оперативдүү көрсөткүчтөрү катары кызмат кыла алат жана жээк зоналарынын экологиялык абалын баалоодо ийгиликтүү колдонула алат, ошондой эле жээктеги зоналардын экологиялык абалын баалоодо жана комплекстүү башкаруу планды түзүүдө да колдонулушу мүмкүн. Бул фитоиндикация көрсөткүчтөрүн аныктоо ыкчам, ишенимдүү, салыштырмалуу арзан жана экологиялык кызматтын инспекторлору тарабынан жеринде баалоо жүргүзүү мүмкүнчүлүгүнө ээ боло алат.

4-БӨЛҮМ «Экологиялык индекстерди жана көрсөткүчтөрдү пайдалануунун негизинде суу ресурстарынын абалын баалоо критерийлери» Кыргыз Республикасынын суу экосистемасынын актуалдуу экологиялык көйгөйлөрүн аныктоого жана баалоого арналган. Бөлүмдө Нарын, Кара-Кече дарыяларынын жана Ысык-Көлдүн суусунун сапатын мүнөздөгөн маалыматтар талданат жана алардын сапатын баалоо үчүн экологиялык индекстерди колдонуу зарылчылыгы жөнүндө аргументтер келтирилген.

4.1 Кыргызстандын суу экосистемаларынын экологиялык абалы жана алардын экологиялык абалын баалоо тутумдары. Ысык-Көлдүн суусунун сапатын баалоо боюнча изилдөөлөр көрсөткөндөй, учурда өлчөнүп жаткан физикалык-химиялык көрсөткүчтөр анын трофикалык абалын баалоо үчүн жетиштүү эмес жана аны жүрузүү үчүн комплекстүү ыкмаларды табуу зарыл.

4.2 Экологиялык индекстердин жардамы менен Ысык-Көлдүн жана Кыргызстандын дарыяларынын экологиялык абалын баалоо. Ысык-Көлдүн экологиялык абалына трофикалык деңгээл индексинин (ТДИ) жардамы менен баа берүү. Расмий маалыматтар боюнча, гидрохимиялык анализдин көрсөткүчтөрүнүн негизинде Ысык-Көлдүн суусунун гидрохимиялык курамы 20 жылдан бери өзгөрүүсүз, ал талап кылынган стандарттарга жооп берет деп аныкталууда. Бирок биз жүргүзгөн деталдуу чалгындоо изилдөөлөр көлдүн суунун сапаты булганууга жакын экенин көрсөттү. 4.2.1, 4.2.2 жана 4.2.3-сүрөттөр 2020-ж. , 2022-ж. жана 2024-жылдын жай айларында тартылган сүрөттөр келтирилген. Алар көлдүн абалынын терс динамикасын ачык көрсөтүп, экологиялык кырдаалдын начарлашын чагылдырат. Бул болсо антропогендик таасирдин күчөп жатканын далилдеп, мониторинг тутумун өркүндөтүү жана коргоо чараларын күчөтүү зарылдыгын тастыктайт. Көлдүн трофикалык статусун билүү — суу экосистемаларынын абалын жана иштешин баалоодо негизги мааниге ээ. Аны интегралдык негизги көрсөткүч катары караса болот, ал төмөнкүдөй маанилүү өзгөчөлүктөрдү чагылдырат: цианобактериялардын жана көгүлтүр-жашыл балырлардын зыяндуу гүлдөшүнүн ыктымалдыгы, төмөнкү

катмарларда кычкылтектин жетишсиздиги жана суу сактагычтын жалпы продуктивдүүлүгү.

Изилденген зоналарда көлдүн трофикалык статусу олиготрофтук абалдан мезотрофтукка жылып жаткан тенденцияга ээ экени аныкталды. Бул көрүнүш TLI индексин көлдүн экосистемасынын абалын баалоо үчүн ишенимдүү жана негиздүү курал катары колдонуу зарылдыгын тастыктайт.

Изилдөөлөрдүн деталдуу анализи Балыкчы булуңунда, Чок-Тал, Чолпон-Ата, Бостери айылдарынын аймагында жогорку TLI (TN) индексин көрсөтөт, бул ультраолиготрофтук абалдын өзгөрүшүн жана анын мезотрофтук статуска өтүшүн көрсөтөт, бул көлгө биогендик заттардын келип түшүшүнүн жогоруланишуусу менен шартталган. Келип түшүү булактары катары рекреациялык жүктөр жана айыл чарба ишкердүүлүктөрү болушу мүмкүн.

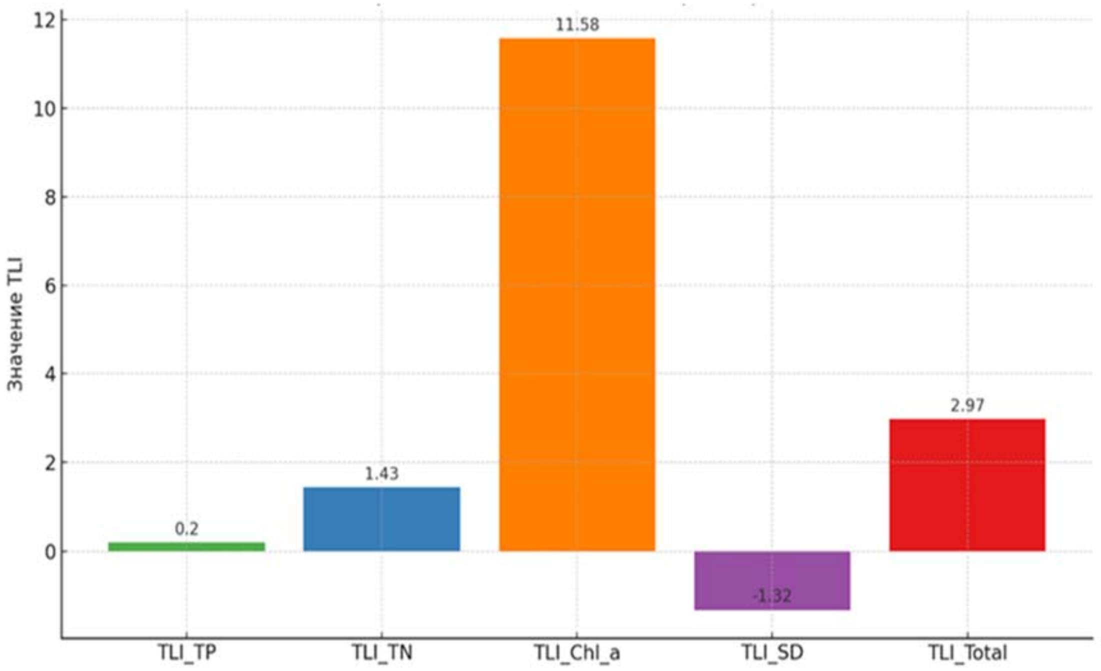
Жүргүзүлгөн анализдин натыйжалары азоттун TLI (TN) Балыкчы булуңунда көбөйгөндүгүн көрсөтсө, фосфордун TLI (TP) эң жогорку мааниси Чок-Тал айылынын үлгүлөрүндө бар экенин көрсөттү. TLI (Chl-a) индексин эсептөө Чолпон-Ата участкасында анын жогорку маанисин көрсөттү.

4.2.1-сүрөт – Ысык-Көлдүн суусунун сапаты, 2020-жыл.

4.2.2-сүрөт – Ысык-Көлдүн суусунун сапаты, 2022-жыл

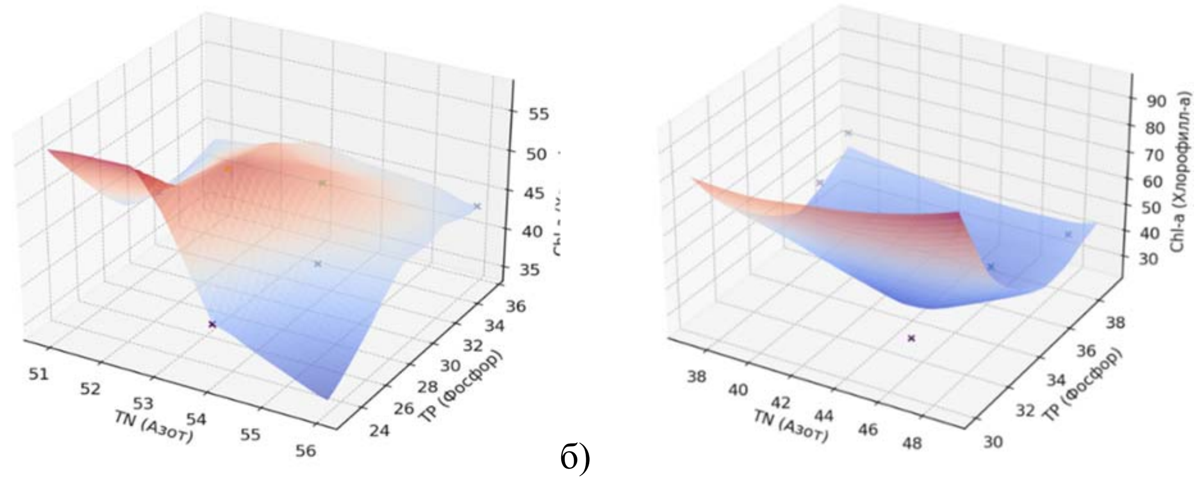
4.2.3-сүрөт – Ысык-Көлдүн суусунун сапаты, 2024-ж

TLI маанилеринин орточо параметрлеринин аанилери жалпы трофикалык абалга эң чоң салым Chl-a маанилери менен берилгендигин көрсөтүп турат, ал эми суунун тунуктугу (SD) баалоо көрсөткүчүн төмөндөтөөрү аныкталды (4.2.4-сүрөт).



4.2.4-сүрөт – Трофикалыку индекс (TLI): негизги параметрлеринин орточо маанилери.

Изилденүүчү параметрлердин көз карандылыгын визуализациялоо үчүн үч факторду (TN, TP жана Chl-a), 4.2.5а-сүрөттө жана 4 факторду (TN, TP, Chl-a жана SD), 4.25б-сүрөттө эске алуу менен 3D модели курулгандыгы көрсөтүлгөн. Эки модель тең хлорофилл-а-нын TN жана TP көз карандылыгын, ошондой эле SD таасирин көрсөтүп турат.



а) б)

4.2.5 – сүрөт – 3D модель MLP влияния TN, TP, SD на Chl-a

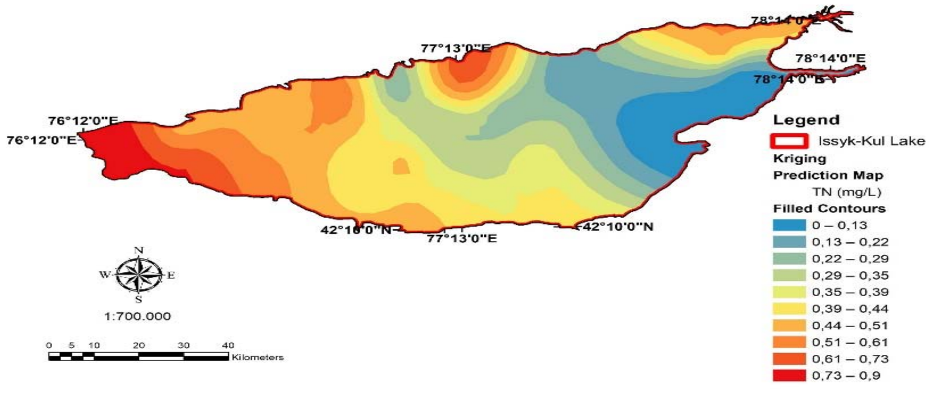
Эскертүү: а) модель үч факторду эске алат (TN, TP, Chl-a); б) 4 фактор (TN, TP, Chl-a и SD) MLP модели TN жана TP олуттуу таасир тийгизерин көрсөтөт - TN жана TP канчалык жогору болсо, ошончолук Chl-a санын өсөт.

Ысык-Көл көлүнүн суусунун айрым сапаттык касиеттеринин мейкиндикте бөлүштүрүлүшүн интерполяциялоо үчүн үч түрдүү моделдер иштелип чыккан: Туруктуу, Гаусс жана Рационалдык-квадраттык. Ишенимдүүлүк коэффициентинин төмөн маанилери тандалган үлгүлөрдү алуу конструкциясы жана тандап алуу аралыктары суунун касиеттериндеги мейкиндик өзгөрмөлүүлүгүн моделдөө үчүн ылайыктуу экенин көрсөтүп турат. Ишенимдүүлүк параметринин мааниси өзгөрмөлөрдү тандоодогу жана анализдөөдөгү катаны түшүндүрсө, ишенимдүүлүктүн нөлдүк параметринин мааниси өлчөө катасынын жана кыска аралыкта өзгөрмөлүүлүгүнүн жоктугун түшүндүрөт. Натыйжалар бардык моделдер ишенимдүү экендигин көрсөттү (4.2.3-таблица).

4.2.3-таблица – Суунун сапатынын индексинин кээ бир Kriging моделдеринин касиеттери

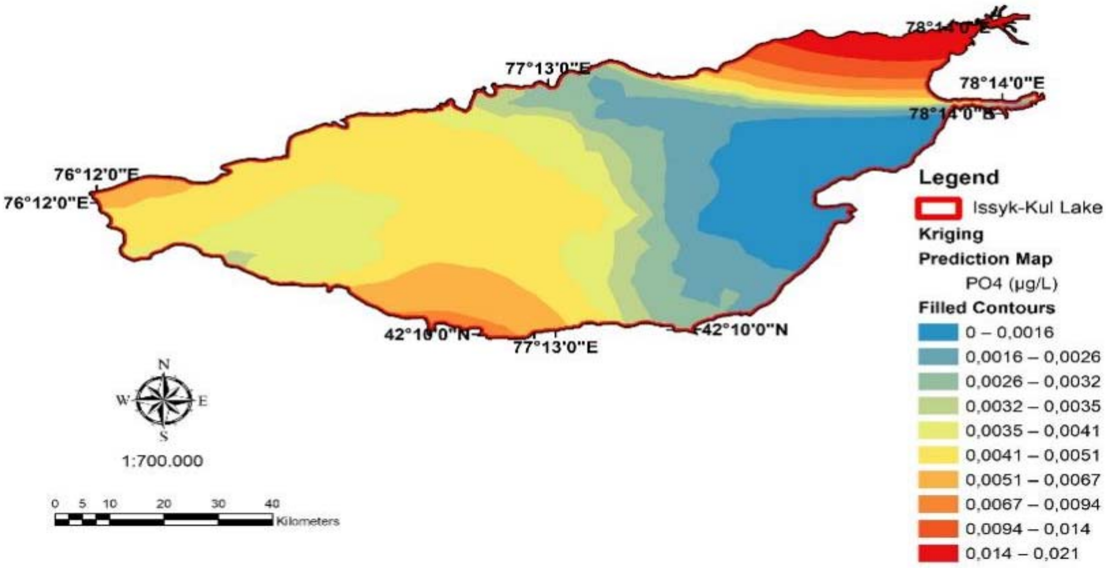
Суунун сапатынын индекси	Модель	Регресс функция	Nugget, Co	Range, A	Sill, Co+C	Nugget/Sil, %	ME1	RMSSE2
TN	Stable	-2.15 * x + 0.96	0	1	0.06	0.00	0.1	1.01
TP	Gaussian	-164.59 * x + 0.73	0	1.07	0	0	0.0002	0.9
Chl-a	Rational Quadratic	-0.42* x + 3.02	0,1	0.48	107.87	0.1	7.82	0.7

Түзүлгөн мейкиндик өзгөрүүлөрүнүн карталары боюнча Ысык-Көлдөгү нитраттардын концентрациясы 0-0.9 мг/л аралыгында өзгөрүп, көлдүн чыгыш бөлүгүндө топтолгондугу аныкталган, бул табигый-климаттык факторлордун таасиринен, ошондой эле өндүрүштүк жана коммуналдык саркынды суулардын агып киришинен болушу мүмкүн (4.2.6-сүрөт).



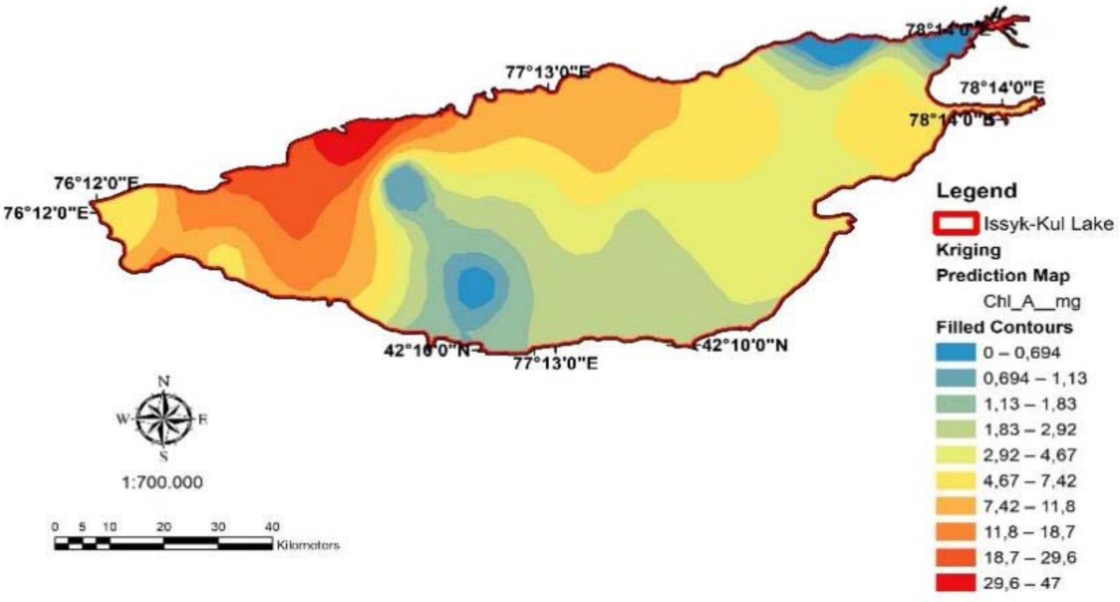
4.2.6-сүрөт – Нитраттардын концентрацияларынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшү

Ысык-Көлдөгү фосфордун концентрациясы 0-0.006 мг/л аралыгында өзгөрүп, фосфор көлдүн түндүк-чыгышында топтолгон, бул мал чарбачылыгынын калдыктарынын негизги булактарына дал келет (4.2.7-сүрөт).



4.2.7-сүрөт – PO_4 концентрацияларынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшү

Ысык-Көлдөгү хлорофилл-а концентрациясы 0-8,7 мг/м^3 түзүп жана көлдүн түндүк-батыш бөлүгүндө топтолгон, бул аймактын антропогендик таасирлерге жогору сезимталдуулугун көрсөтүшү мүмкүн, жана анын экологиялык морттугу, сырткы жүктөмдөргө тез калыбына келүү жөндөмүнүн төмөндүгү менен байланыштуу болуусу ыктымал (4.2.8-сүрөт).



4.2.8-сүрөт – Chl-a концентрацияларынын мейкиндикте бөлүштүрүлүшү

Ошентип, изилдөөлөргө ылайык, көлдүн трофикалык деңгээли бара-бара, эң урбанизацияланган жерлерде ультраолиготрофтук абалдан мезотрофиялык абалга өзгөрүлүп жатат (4.2.4-таблица).

4.2.4-таблица – TLI индекси боюнча Ысык-Көл суусунун трофикалык денгээли, 2022-ж. көрсөткүчтөрүнүн маанилери

Пункттар	Үлгү чекиттери	TN мг/л	TP мг/л	SD м	Chl-a мг/м^3	TLI	
Кажы-Сай	9с	0,43	0,001	15	2,3	1,01	олиготроф
Балыкчы	1а	0,94	0,005	8,5	6,4	2,21	мезотроф
Чок-Тал	4а	0,66	0,006	12	8,7	2,14	мезотроф
Чолпон-Ата	5а	0,68	0,002	14	8,9	2,00	мезотроф
Григорьевка	6а	0,69	0,006	13	7,1	1,97	олиготроф
Бостери	7а	0,71	0,003	9,7	6,4	2,06	мезотроф

4.3 Ысык-Көлдүн жээк буфердик экосистемаларынын экологиялык абалы жана алардын туруктуу өнүгүүдөгү ролу. Ысык-Көл көлүнүн жээк буфердик экосистемаларынын экологиялык абалы жана алардын туруктуу өнүгүүдөгү ролу изилденген.

Изилдөөлөр көрсөткөндөй, 2000-жылдан бери жээк буфердик зоналарынын (ЖБЗ) аянтынын кыскаруу тенденциясы байкалган (4.3.1-таблица).

4.3.1-таблица – 100 м жана 500 м аралыктагы трансформацияланган жээктик буфердик зоналардын аянты, га

ЖБЗ трансформациясы	2012г.	2017г.	2021г.
100 метр аралыкта 2306 га жер катталган			
100 м аралыкта курулуштар	104.52	220.71	329.6
500 метр аралыкта 8551 га жер катталган			
500 м аралыкта айыл чарба жерлери	2429	2189.65	2116.4
500 м аралыкта курулуштар	446	663.78	910.09

4.3.1-таблицадагы маалыматтар 2010-жылдан бери жээк буфердик зоналар (ЖБЗ) байкаларлык түрдө кыскарып бараткандын көрсөтүп турат, жээк сызыгынан 100 метр аралыкта ЖБЗнын 14.5%ы, ал эми 500 метр аралыкта ЖБЗнын 35.6%ы курулуштар менен өзгөртүлгөн жана 64.4%ы табигый экосистемаларды түзөт. Эгерде өзүн-өзү калыбына келтирүү жөндөмдүүлүгүн сактоо үчүн экосистеманын 70% сактап калуу сунушталаарын эске алсак, трансформациянын ашыкчасы 5.6%ды түзүүдө.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөргө ылайык, жээктеги буфердик зоналар төмөнкү максаттарга өзгөртүлгөн: 2012-жылы 104.52, 2017-жылы 220.71 жана 2021-жылы 100 м аралыкта курулган аянт 333.4 га. Айдоо жерлерине 500 метр аралыгында 2012-жылы - 2429, 2017-жылы – 2189.65, 2021-жылы – 2135.18, 2012-жылы - 446, 2017-жылы – 663.78, 2021-жылы – 910.09 га жер тилкелери (турак жайлар, конок үйлөр, санаторийлер, кафелер) курулуштарга дуушар болгон. Демек, жээктеги өсүмдүктөр негизинен курулуштар үчүн кыйылган.

4.4 Жээктеги экосистемалардын айыл чарба ландшафттарына айланышынын экологиялык тобокелдиктери жана Ысык-Көл көлүнүн туруктуу өнүгүүсүнө тийгизген кесепеттери. Трансформацияланган ландшафтардын ичинен өрүк бактары өстүрүлгөн участоктордун топурак касиеттери табигый чычырканак бадалдарынын касиеттерине салыштырмалуу көбүрөөк окшош болгон. Бирок, мөмөлүү өсүмдүктөрдү өстүрүүдө гербициддер, инсектициддер жана пестициддер көп жолу колдонуларын эске алуу зарыл, анткени бул заттар көлдүн экосистемасына олуттуу зыян келтириши мүмкүн.

4.5 Ысык-Көлдүн жээгиндеги буфердик зонасынын туурасын «пайда-чыгаша катышы» ыкмасы менен аныктоо. Көлдүн жээк экосистемаларын ыраатсыз түрдө трансформациялоо бир катар экологиялык көйгөйлөргө алып келет, анын ичинде көл суусунун сапатынын төмөндөшү, биологиялык ар түрдүүлүктүн жоголушу жана рекреациялык потенциалдын азайышы. Мындай тобокелдиктерди азайтууда жээк буфердик зоналар — абдан маанилүү курал болуп саналат, анткени алар антропогендик таасирлерден гана коргобостон, көл экосистемасынын өзүн-өзү калыбына келтирүү жөндөмдүүлүгүн сактоодо, биологиялык ар түрдүүлүктү турукташтырууда жана суу ресурстарынын деградациясын азайтууда негизги ролду ойношот. Жээк буфердик зонанын оптималдуу туурасы канча болушу керек? Аны аныктоо үчүн «чыгаша-пайда» ыкмасы колдонулган, мында буфердик зонанын оптималдуу туурасы экономикалык жана экологиялык пайданын жана өзгөртүлгөн ландшафтты калыбына келтирүү үчүн сарпталуучу инвестициянын экономикалык наркынын негизинде эсептелген. Буфердик зонанын түзүмүнүн өзгөрүшүнүн көл суусунун сапатына тийгизген таасирлери моделденди. Бул үчүн экологиялык жактан негизделген сценарийлер колдонулуп, алардын жардамы менен суунун гидрохимиялык курамындагы жана экосистемалык процесстердеги мүмкүн болуучу өзгөрүүлөрдү баалоо мүмкүнчүлүгү түзүлдү.

2012-2022-жылдардын статистикасына ылайык, эвтрофикациянын күчөшүнө жол бербөө жана көлдүн туруктуу рекреациялык потенциалын сактоо үчүн 333.4 га өздөштүрүлгөн жерди кайра бадалдарга же жайытка кайтаруу

керек. Биздин шарттарда Ысык-Көлдү мисал катары алсак, экосистема үчүн буфердик зонанын туурасы эң аз урбанизацияланган зоналарда 200 мден эң урбанизацияланган аймактарда 600 мге чейин өзгөргөн. Алынган натыйжаларга ылайык трансформация даражасынын жогорулашы менен жээк аймактары өздөрүнүн экологиялык баалуулугун жоготот жана аларды калыбына келтирүүгө кеткен чыгымдар көбөйөт, демек экологиялык тең салмактуулукту сактоо үчүн жээктин кеңдиги кеңейет жана буфердик аймактын кеңдигин чоңойтуу талап кылынат деген тыянак чыгарууга мүмкүндүк берет.

Ошондой эле изилдөөлөрдүн натыйжасы жээк буфердик зоналардын трансформациясы суудагы хлорофилл-а-нын көбөйүшү менен түздөн-түз байланышта экенин көрсөттү (4.5.1-таблица).

4.5.1-таблица – Экосистеманын трансформациясынын TLI индексинен көз карандылыгы

Жыл	Орточо TLI	100м аралыгында өзгөртүлгөн аянттардын %ы	500м аралыгында өзгөртүлгөн аянттардын %ы
2017	1.42	9.57	33.37
2022	2.14	14.46	35.61

4.5.1-таблицадан көрүнүп тургандай, трансформацияланган жерлердин пайызынын өсүшү менен Ысык-Көлдөгү суунун трофикалык деңгээлинин индекси да жогорулайт, бул туруктуу өнүгүү жана көлдүн экосистемасын пайдалануу үчүн жээк буфердик жерлерди трансформациялоону чектөөнүн маанилүүлүгүн көрсөтүп турат.

Табигый экосистеманы сактоо, туруктуу өнүгүүнү камсыз кылуу жана экосистемалык кызматтардан зыян келтирбестен пайда алуу үчүн анын абалы, кабыл алынган чечимдердин мүмкүн болгон кесепеттери жөнүндө толук маалыматка ээ болуу зарыл. Бул максатка жетүүдө туура уюштурулган экологиялык мониторинг негизги фактор болуп саналат. Алынган маалыматтардын негизинде Ысык-Көлдүн экологиялык абалын байкоонун маалыматтык тутуму (ЭМАС) илимий иштеп чыгуусу Кыргыз-Түрк Манас университетинин инженердик факультетинин базасында иштелип чыгып, практикалык колдонуу үчүн өндүрүшкө сунулган. Бул илимий иштеп чыгуу маалыматты алууга жана TLI индексин, көлдүн жээк буфердик зонасынын туурасын, жээк буфердик зоналарды трансформациялоо маалыматы боюнча автоматтык түрдө эсептөөгө мүмкүндүк берет. Бул изилдөөлөрдүн алынган натыйжалары Ысык-Көлдүн экологиялык байкоо тутумунун улуттук программасына өзгөртүүлөрдү киргизүүнүн, анын ичинде анын программасына

хлорофилл-а параметрин индикатор катары колдонулушун, ошондой эле көлдүн экологиясын сактоонун жана анын сапатынын сакталышын камсыз кылуу үчүн жээктик экосистемаларды башкаруунун тактикасын өзгөртүүнүн маанилүүлүгүн жана зарылдыгын тастыктоого жөндөмдүү программа. Курчап турган чөйрөнүн байкоо тутумунун улуттук программасына хлорофилл-а индикаторун, TLI индексин кошуу, көлдүн жээктеги буфердик зонасын трансформациялоо боюнча байкоону уюштуруу сунушталды, «Ысык-Көлдүн экологиялык байкоо тутумун оптималдаштыруу» практикалык сунуштары, үлгүлөрдү алуу жана хлорофилл-а аныктоо ыкмасы сунушталды (Кыргыз Республикасынын Жаратылыш ресурстары, экология жана техникалык көзөмөл министрлигине, Ысык-Көл биосфералык аймагынын дирекциясына). Иштелип чыккан илимий иштеп чыгуулар аналитикалык маалыматтарды чогултууга гана мүмкүндүк бербестен, көлдүн экосистемасынын экологиялык абалынын начарлашына жол бербөө үчүн талдоо жүргүзүүгө жана тийиштүү чараларды көрүүгө мүмкүндүк берет.

4.6 *Жээк зонасын туруктуу өнүктүрүүнүн негизи катары интегралдык аялуу индекси: Ысык-Көлдүн мисалында талдоо.* Жээк экосистемалардын аялуулугун аныктоо жана баалоо үчүн Ысык-Көлдүн жээк экосистемасынын мисалында жээктин аялуу индекси (ICVI) аныкталган, аны эсептөөдө жээктик аялуу индекси (CVI) жана социалдык-экономикалык аялуу индекси (SVI) колдонулган.

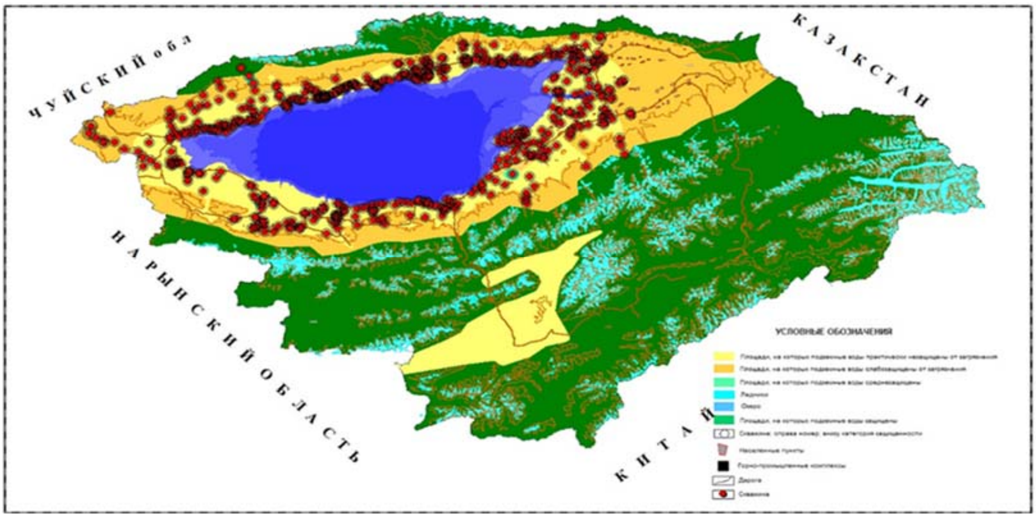
Адамдын ишмердүүлүгүнүн Ысык-Көлдүн жээгине тийгизген таасири изилденүүчү аймактын социалдык-экономикалык индексин (CVI) эсептөө менен сандык бааланган. SVI жээктеги райондорго болгон социалдык-экономикалык коркунучтун деңгээлин көрсөтөт. Бул талдоо Ысык-Көл облусунун ар бир административдик-аймактык округу боюнча материалдык, статистикалык маалыматтарды чогултуу жана SVI индексин эсептөө жолу менен жүргүзүлгөн.

Эсептөөлөргө ылайык, Ысык-Көлдүн тегерегиндеги эс алуу жайларынын санына байланыштуу аялуу деңгээли дээрлик баардык аймактар үчүн эң жогору. Жерди пайдалануу менен байланышкан аялуу даражасы дагы бардык аймактар үчүн жогору көрсөткүчтү көрсөткөн. Жээк зонасында интенсивдүү дыйканчылык жээктин табигый ландшафтынын өзгөрүшүнө алып келүүдө. Антропогендик таасир - аймактын урбанизацияланышы, өнөр жайдын, транспорттун, мал жаюунун, жердин сугаруусунун өнүгүшү Ысык-Көл облусунун экологиялык коопсуздугуна коркунуч келтирген терс факторлор болуп саналат. Тоо-кен иштери менен байланышкан булганган объекттер экологиялык кесепеттерге алып келүү жагынан чоң коркунуч туудурат.

4.6.1-сүрөт – Ысык-Көлдүн жээгинин социалдык-экономикалык аялуу индексинин (SVI) мейкиндик өзгөрүшү

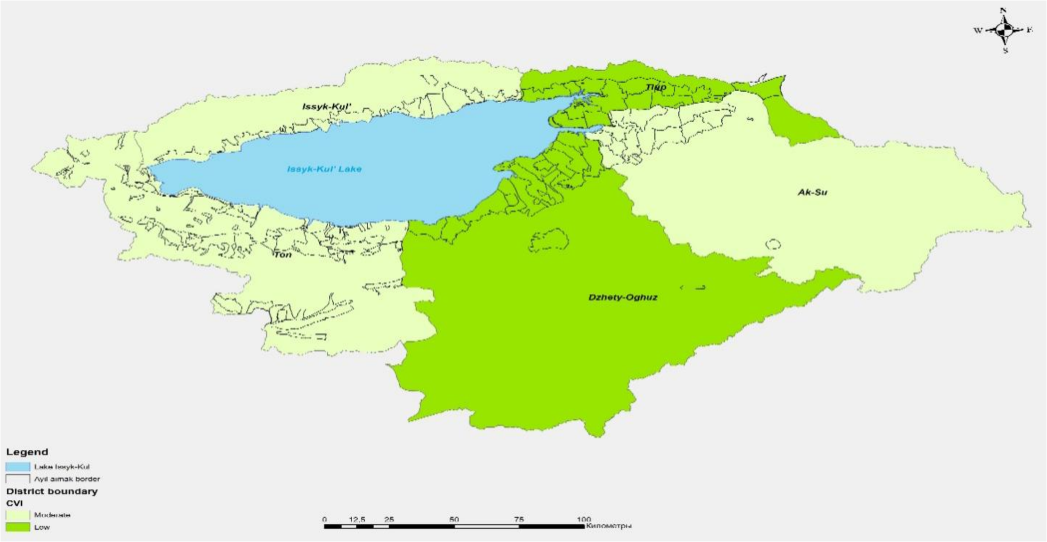
Социалдык-экономикалык аялуулугу боюнча SVI маанилери төмөнкүдөй өзгөргөн: Ысык-Көл (237,2) > Тон (158,1) > Ак-Суу (125,0) > Түп (42,43) > Жети-Өгүз (24,49). Түп жана Жети-Өгүз райондорунда калктын аз жыштыгы, заманбап инфраструктуранын жана өнөр жайдын жоктугунан улам аялуу деңгээли төмөн (4.6.1-сүрөт). Социалдык-экономикалык өзгөрмөлөрдү жуп салыштырганда артыкчылыктуу параметрлер болуп калктын жыштыгы, жээктеги жерлерди пайдалануу, рекреациялык жана өнөр жай объектилеринин саны саналат. Тилекке каршы, Ысык-Көлдүн жээгиндеги өзгөчө корголуучу жаратылыш аймактарынын статусу өзгөчө корголуучу жаратылыш аймактарын коргоону камсыз кылуу боюнча өзүнүн милдеттерин толук аткара албайт келүүсү дагы бир ирет тастыкталды.

Жер астындагы суулардын корголуу деңгээли — көл экосистемасынын критикалык аялуулуктарынын бири болуп эсептелет. Анткени бул суулардын табигый изоляциясынын бузулушу гидрологиялык баланстын жана суу ресурстарынын сапатынын узак мөөнөттүү өзгөрүшүнө алып келиши мүмкүн. Ысык-Көл облусунун жер астындагы сууларынын коргоо даражасын аныктоо К. А. Кожобаев тарабынан сунушталган өзгөртүүлөр менен В. М. Голдбергдин методологиясына ылайык жүргүзүлгөн. Баалоо үчүн К. А. Кожобаев сунуш кылган теңдемени колдонуу менен өткөргүчтүгү аз кыртыштардын калыңдыгы, жер астындагы суулардын деңгээлинин тереңдиги, тоо тектеринин литологиясы жана фильтрациялык мүнөздөмөлөрү сыяктуу параметрлердин негизинде аныкталган баллдар колдонулган. Анын негизинде Г.Т. Молдогазиева MapInfo программасын колдонуу менен “Негизги эксплуатациялануучу суулуу горизонттордун жер астындагы сууларынын коргоо даражасынын” карта-схемасын түзгөн (4.6.2-сүрөт).



4.6.2-сүрөт – Ысык-Көл облусунун негизги эксплуатацияланууучу суу горизонттордун жер астындагы сууларынын коргоо даражасынын карта-схемасы.

Жээктик факторлордун Ысык-Көлдүн жээгине тийгизген таасири (CVI) жээк тилкелеринин аялуулугуна таасир этүүчү үч өзгөрмөнүн (жээк сызыгынын түрү, дарыя жана жер астындагы сууларды коргоо даражасы) эске алуу менен бааланган. Көл жээгинин аялуулугун баалоодо CVI көрсөткүчтөрү төмөнкүчө өзгөрөт: Ысык-Көл (15,49) > Тон (15,49) > Жети-Өгүз (8,66) > Түп (7,75) > Ак-Суу (5,0) (4.6.3-сүрөт).



4.6.3-сүрөт – Ысык-Көлдүн жээктик аялуу индексинин (CVI) мейкиндик өзгөргүчтүгү

Ысык-Көл жана Тоң райондорунун жээк зоналарынын аялуу деңгээли жогору экендиги аныкталды, себеби туристтик объекттердин көптөгөн имараттары жээк зоналарынын аймагында жайгашкан. SVI жана CVI эки индексинин маанилерин аныктап, Ысык-Көл көл жээгинин интегралдык аялуу индекси эсептелди. 4.6.4-сүрөттөн көрүнүп тургандай, жээктин аялуу индексин, социалдык-экономикалык аялуу индексин жана интегралдык жээктик аялуу

индексин эсептөөнүн натыйжасында алынган маалыматтардын катышы жээк аймактарынын туруктуу өнүгүүсүнүн интегралдык көрсөткүчтөрү катары жана жээк аймактарын туруктуу өнүктүрүү боюнча иш-чаралардын артыкчылыктуулугун аныктоо үчүн аймактардын антропогендик трансформациясынын көрсөткүчтөрүнүн тутуму катары колдонууга мүмкүнчүлүк берет.

Жети-Өгүз району (16.12) аз тобокелдик категориясында. Ак-Суу (65,0) жана Түп (25,55) орточо аялуу деңгээли менен мүнөздөлөт. Тобокелдиктери жогору районго Тоң району (86,80) кирет. Акырында, Ысык-Көл облусу (126,33) жээк боюнча эң аялуу аймак болуп саналат.

Ар бир зона үчүн эсептелген жээктеги аялуулуктун интеграцияланган индекси (ICVI) ар башка зоналардын аялуулугу физикалык жана социалдык-экономикалык факторлордон көз каранды экенин көрсөтүп турат.

Демек, физикалык да, социалдык-экономикалык да факторлорду эске алуу менен комплекстүү аялуу индексин колдонуу менен Ысык-Көлдүн жээк зонасынын аялуулугун баалоо аймактын экологиялык абалын деталдуу мүнөздөөгө мүмкүндүк берет. Интегралдык аялуу индекс (ICVI) жээктеги аялуулуктун эң так сүрөтүн бере алаары аныкталды. Ошентип, табигый экосистеманын туруктуу өнүгүүсүнө жетишүү үчүн тынымсыз өз ара аракеттенүүдө болгон табигый жана социалдык-экономикалык тутумдардын тең салмактуу өнүгүшүн камсыз кылуу негизги милдеттердин бири болуп саналат.

4.6.4-сүрөт – Ысык-Көлдүн жээк сызыгынын жээктик аялуулугунун интеграцияланган индексинин (ICVI) мейкиндик боюнча өзгөрмөлүүлүгү

Ошентип, бул изилдөөлөрдүн натыйжалары Ысык-Көлдүн экологиялык байкоо мамлекеттик программасына өзгөртүүлөрдү киргизүүнүн, анын ичинде анын программасына хлорофилл-а көрсөткүчүн аныктоонун, ошондой эле жээктердин экосистемаларын башкаруу тактикасын өзгөртүүнүн маанилүүлүгүн жана зарылдыгын көрсөттү. Ысык-Көлдүн өзүн-өзү жөнгө салуунун сапатын жана балансын сактоо жана анын туруктуу өнүгүүсүн камсыз кылуу үчүн көл

экосистемасынын кол тийбес жээк буфердик зоналарын аныктоо зарыл экендиги тастыкталды. Ысык-Көл экосистемасынын абалына байкоо жүргүзүүнүн мамлекетик программасы «хлорофилл-а» көрсөткүчү, TLI индекси менен толуктоо жана көлдүн жээк буфердик зонасын трансформацияланууcуна байкоону уюштуруу менен, өзгөртүүлөрдү киргизүү жана «Ысык-Көлдүн экологиялык байкоо тутумун оптималдаштыруу» практикалык сунуштары, үлгү алуу жана хлорофилл-а көрсөткүчүн аныктоо методологиясы сунушталып иштелип чыгып өндүрүшкө (Кыргыз Республикасынын Жаратылыш ресурстары, экология жана техникалык көзөмөл министрлигине караштуу Биосфералык аймактын «Ысык-Кел» дирекциясы) киргизүү сунушталды.

5-БӨЛҮМ. «Техногендик таасирге дуушар болгон аймактарда жаратылыш ресурстарын пайдаланууга жана калдыктарды кайра иштүүдө экологиялык туруктуу ыкмалар» бөлүмүндө техногендик таасирге дуушар болгон аймактардын жаратылыш ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу ыкмалары жана мисалдары келтирелген. Өнөр жай объекттеринин ишин уюштурууда негизги милдет жаратылыш ресурстарын да, аларды эксплуатациялоодо пайда болгон калдыктарды да пайдаланууда максималдуу айланма колдонуу тутумун камсыз кылуу болуп саналат.

5.1 Муңай зат менен булганган кыртыштарды калыбына келтирүүнүн экологиялык коопсуз ыкмалары. Жүргүзүлгөн изилдөөлөр жана алынган натыйжалар биоремедиация иштеринен кийин мунай зат менен булганган кыртышты полигонду каптоочу материал катары колдонууга болорун көрсөттү, бул полигондогу калдыктардын көлөмүн гана азайтпастан, ошондой эле жабуу үчүн колдонулуп кирдебеген топуракты колдондурбай, үнөмдөйт.

Кумтөр кенинин түбөлүк тоң шарттарында колдонулуучу мунай зат менен булганган кыртыштарды калыбына келтирүү үчүн биоремедиация ыкмалары колдонулган. Топурак үлгүсүнүн физикалык-химиялык мүнөздөмөлөрүнүн натыйжалары тазалоого чейин жана андан кийинки абалы 5.1.1 таблицада келтирилген.

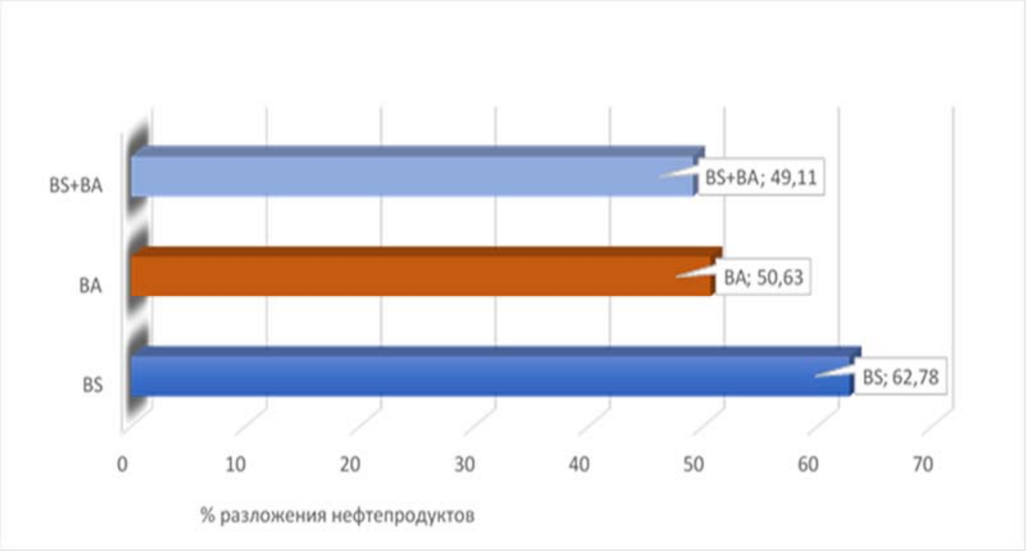
Кыймылдуу фосфордун баштапкы мааниси 6 мг/кг түзгөн. Рекультивациядан кийин анын мааниси ремедиациялоонун 3 вариантында тең көбөйдү, мында байкалган олуттуу өсүш ($P < 0,05$) биоаугментация ыкмасында 90 мг/кг түзгөн. Мындай көбөйүүнүн себеби, эрибеген фосфор бирикмелеринин эришин күчөтүүчү органикалык кислоталарды жана фосфатаза ферменттерин бөлүп чыгарууга тийиш болгон фосфат эрүүчү бактериялардын активдүүлүгү менен түшүндүрүлөт. Алмашуучу калийдин курамы экспериментке чейин 88 мг/кг болсо, биологиялык тазалоодон кийин бардык варианттарда орточо 300 мг/кг көбөйгөн.

5.1.1-таблица – Изилденегн топурак үлгүсүнүн физика-химиялык мүнөздөмөлөрү

	pH	жалпы азот (%)	Фосфордун кыймылдуу формасы	алмашма калий	Топурактын орг.көмүреги (%)
			(mg/kg)		
Контроль	8.05	0.130	6.0	88.0	2.86
BS	7.5	–	25.6	376.0	6.55
BA	6.5	–	90.0	300.0	6.81
BS + BA	6.0	–	47.2	352.0	7.17

Биоремедиация ыкмалары да 5.1.1-таблицада көрсөтүлгөндөй, топурактын органикалык көмүртектеринин көбөйүшүнө салым кошкон. Талаа эксперименттеринен 90 күн өткөндөн кийин, биостимуляция вариантындагы тазалоо алардын баштапкы мазмуну 980 мг/кг чейин азайган. Бактериялардын алдын ала тандалган консорциумун кошуунун натыйжасы мунай продуктуларынын деградациясын баштапкы 2633 мг/кгдан 1300 мг/кг чейин азайган. 90 күндүк эксперименттен кийин мунай зат продуктуларынын курамынын азайышы биостимуляция + биоаугментация менен тазалоодо баштапкы 2633 мг/кгдан 1340 мг/кг чейин түшкөн.

BS (биостимуляция) жана BA (биоаугментация) гана колдонгондо 90 күндөн кийин булгоочу заттардын деградациясынын пайызы тиешелүүлүгүнө жараша 62,78% жана 50,63%га жеткен (5.1.1 сүрөт).



5.1.1-сүрөт – Муңай заттын 90 күндүк эксперименттен кийин ажыроо денгээли, %. BS - биостимуляция; BA – биоаугментация.

Биостимуляция + биоаугментацияны колдонууда деградациянын эффективдүүлүгү 49,11% түздү. Бул бийик тоолуу климаттык шарттарга, б.а. жаңы чөйрөгө киргизилген инокулянттар татаал климаттык шарттарда тез көнүп, көбөйө албагандыгын көрсөтүшү мүмкүн.

Эксперименттин алгачкы этабында ар кандай кыртыштын биоремедиация эксперименттеринде бактериялардын жалпы санынын өзгөрүшүнүн динамикасы 30 күн бою изилденген.

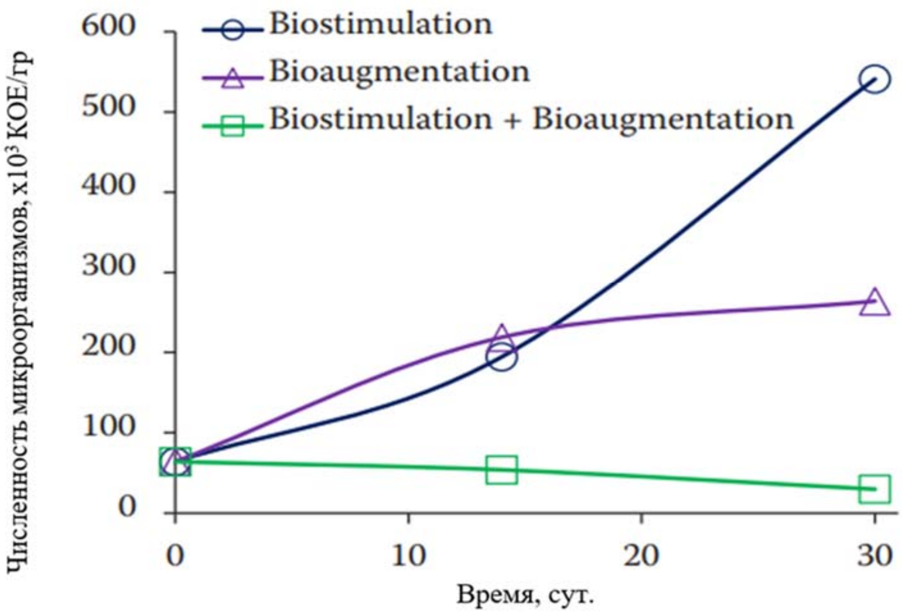
Эксперименттин баштапкы этабында биоремедиациянын ар түрдүү ыкмалары колдонулган шарттарда өстүрүлүүчү бактериялардын жалпы санынын 30 сутканын ичиндеги динамикасы изилденди. Контролдук вариантта топуракта бактериялардын баштапкы саны $6{,}4\times10^{6}$ КОЕ/г түзгөн.

Биостимуляция шартында бактериялардын активдүү көбөйүшү байкалып, 14-суткада алардын саны 19×10^{6} КОЕ/г, ал эми 30-суткада 54×10^{6} КОЕ/г жеткен. Бул жаратылыштагы аборигендүү микроорганизмдердин саны чөйрөдөгү кошумча азыктандыруучу заттардын (углерод, азот, фосфор ж.б.) эсебинен кескин өсүшүнө байланыштуу экени байкалат.

Биоаугментация варианты боюнча, сырттан киргизилген консорциум колдонулганына карабастан, микробдук популяциянын өсүшү анча жогорку деңгээлде болгон эмес жана 30-суткада 26×10^{6} КОЕ/г деңгээлине жеткен.

Эң төмөнкү көрсөткүчтөр айкалышкан (комбинацияланган) таасир шартында байкалган, анда 30-суткада бактериялардын саны $2{,}9\times10^{6}$ КОЕ/г чейин төмөндөгөн. Бул жагдай консорциум менен жергиликтүү микроорганизмдердин ортосунда биологиялык атаандаштык күч алып, натыйжада алардын жалпы активдүүлүгү басаңдаганын көрсөтүшү мүмкүн. Ошондой эле мындай тенденция биостимуляторлор менен микробдук инокуланттарды бир убакта колдонуу учурунда топурактын физика-химиялык касиеттеринде пайда болгон өзгөрүүлөр менен да байланыштуу болушу ыктымал (5.1.2).

Автохтондук микрофлораны стимулдаштыруу үчүн биостимуляция ыкмасы же булганган топуракка минералдык компоненттерди киргизүү углеводороддун ажыроо процессин тездетти: кыртыштагы TPH курамы 90 күндүн ичинде 62,78% га төмөндөдү, ал эми бактериялардын жалпы саны 8,5 эсеге көбөйдү. Биоаугментация (бактериялардын алдын ала тандалган консорциумун кошуу) 90 күндүн ичинде топурактагы мунай зат продуктуларынын курамын 50,63%га азайтып, бактериялардын жалпы санынын 4,1 эсеге көбөйүшүн шарттады. BS + BA ыкмасынын натыйжалары биостимуляцияга салыштырмалуу азыраак эффективдүү болуп чыкты.



5.1.2-сүрөт – Биоремедиация учурунда булганган топурактагы бактериялардын жалпы санынын өзгөрүшү

BS + BA режиминде мунай продуктуларынын ажыроо пайызы талаа эксперименттеринин 90 күнүндө 49,11% түздү. Натыйжалар BS + BA менен дарылоодо биодеградация биостимуляцияга же биоаугментацияга салыштырмалуу төмөн экенин көрсөттү. Бактериялардын жалпы саны биостимуляция жана биоаугментация менен көбөйдү, бирок, тескерисинче, айкалыштырылган ыкмада азайды. Комбинацияланган ыкмаларды колдонууда инокулянттын ыңгайланышуусу жеткиликтүү болгон эмес.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөр бийик тоолуу аймактардын климаттык суук шарттарында кыртыштын биологиялык тазалоо ыкмаларын колдонуу мүмкүнчүлүгүн көрсөттү. Биоремедиациянын бардык варианттарында кыртыштагы мунай зат продуктуларынын курамынын азайышы байкалган. Топурактагы мунай зат продуктуларынын курамын азайтуу боюнча эң жакшы натыйжаны биостимуляциялоо ыкмасы көрсөткөн.

Тазаланган материалды, Кыргыз Республикасынын Өкмөтүнүн 2015-жылдын 13-ноябрындагы №609 токтому менен бекитилген айлана-чөйрөгө тийгизген коркунучтуулук даражасы боюнча калдыктарды классификациялоого ылайык, IV коркунуч классына кирген инерттүү өнөр жай калдыктары категориясына киргизүүгө болот. Рекультивациялоо аянтчадан тазаланган кыртыш полигондун изоляциялык жана рекультивациялык катмар катары колдону мүмкүнчүлүгү ачылат.

5.2 Мунай зат менен булганган топурактарды фитотестирлөө үчүн бийик тоолуу өсүмдүктөрдү колдонуу мүмкүнчүлүктөрү. Деңиз деңгээлинен 3500 метрден ашык бийиктикте бийик тоолуу шарттарда мунай зат продуктылары менен булганган кыртыштарды тазалоонун акыркы этабында фиторемедиация ыкмасын колдонуу экологиялык жактан да, экономикалык жактан да актуалдуу. Топурактын мунай заты менен булганышында өсүмдүктөрдүн өнүгүшүнө жана өсүшүнө фитотоксикалык таасири аныкталган. Бирок, өсүүнүн 20-күнүндө өсүмдүктүн тамыры менен сабагынын өсүшүнө мунай зат менен булгануунун стимулдаштыруучу таасири белгиленген, бирок 40-күнү терс таасирин тийгизген, ал эми фон үлгүлөрү өсүүнү уланткан. Токсиканттын фитотоксикалык таасирине карабастан, типчак (*Festuca kryloviana*) жана каракужур (*Lolium perenne*) сыяктуу тоолуу өсүмдүктөрү мунай продуктулары менен булганган кыртышта өсүү жөндөмдүүлүгүн көрсөттү, бул анын мунай зат продуктулары менен булганган топурактын газ-аба режимин жана анын өзүн-өзү тазалоо жөндөмдүүлүгүн жакшыртуу үчүн маанилүү. Ошентип, деңиз деңгээлинен 3000-4200 м бийиктикте өсүүгө жөндөмдүү жана мунай зат продуктулары менен булгануунун белгилүү бир деңгээлинде өсүүгө туруктуулукту көрсөткөн типчак (*Festuca kryloviana*) жана рекультивацияланган кыртыштарга кошуп себүүдө колдонулган каракужур (*Lolium perenne*) өсүмдүктөрүн пайдалануу менен фиторемедиация ыкмасы колдонуу мунай зат менен булганган кыртыштарды тазалоонун акыркы этабында реабилитациялоо үчүн колдонулушу мүмкүн жана алардын физиологиялык касиеттериндеги өзгөрүүлөрдү изилдөө үчүн кошумча изилдөөлөрдү талап кылынат.

5.3 Компост кошуу менен аз туздуу топурактардын фитотоксикологиялык таасирин төмөндөтүүнү баалоо үчүн фитотестирлөө ыкмасы. Туруктуу катуу тиричилик калдыктарын компосттоону уюштуруу полигондогу калдыктардын көлөмүн азайтууга жардам берет жана тузданган топурактар үчүн сапаттуу мелиорант алуу мүмкүнчүлүгүн түзөт. Жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн жыйынтыгында компосттун 20% суу экстракты кошулганда эң оптималдуу таасир тийгизери аныкталды, бул өсүмдүктөрдүн тамырынын жана сабагынын узундугунун көбөйүшү менен белгиленген. Ал эми кургак компостту түздөн-түз мелиорант катары колдонуу жеңил тузданган топурактарда оң натыйжа берген эмес. Ошентип, катуу тиричилик калдыктарын кайра иштетүү аркылуу полигонго түшкөн органикалык калдыктардын көлөмүн азайтуу мүмкүн болуп, алынган компостту аз тузданган топурактарды мелиорациялоо үчүн натыйжалуу колдонууга болоору аныкталды.

ЖЫЙЫНТЫКТАР:

1. ЧДК парадигмасын өзгөртүү суунун жана кыртыштын экосистемаларынын экологиялык байкоо тутумун маалыматтык, комплекстүү ыкмалар жана көрсөткүчтөр менен толуктоо зарылчылыгы белгиленди. Бул изилдөөдө колдонулган каныгуу фактору **(EF)**, геоаккумуляциялык индекс **(Igeo),** булгануу фактору **(CF),** булгануу даражасы **(Cd)**, потенциалдуу экологиялык тобокелдик индекси **(PER)** жана экологиялык тобокелдик индекси **(RI)** сыяктуу индекстер кыртыштын оор металлдар менен булганышынын деңгээлин аныктоого, туруктуу өнүгүү жана айлана-чөйрөнү коргоо стратегиясын түзүүгө, баалоого мүмкүндүк берет.

2. Чычырканактын (*Hippophae rhamnoides* L.) популяциясында ургаачы жана эркек особдорунун пайыздык катнашы маалыматтуу фитоиндикациялык параметри катары жээк экосистемасынын стресс даражасын баалоодо колдонуу мүмкүн экендиги аныкталды.

3. Ысык-Көлдүн экологиялык байкоо улуттук программасынын курамына трофикалык денгээл даражасын объективдүү диагностикалоого мүмкүндүк берүүчү жана ошону менен суу чөйрөсүнүн сапатына жана курчап турган чөйрөнү коргоо боюнча иш-чаралардын натыйжалуулугун камсыздоодо «хлорофилл-а» индикаторун жана ***TLI*** индексин камтыган өзгөртүүлөрдү киргизүү зарылчылыгы белгиленди.

4. Жээктеги буфердик зоналардын урбанизациялык трансформация даражасы менен суу сактагычтардагы трофикалык абалдын интенсивдешүүсүнүн ортосундагы өз ара байланыш аныкталып, негизделди. Бул байланыш, өзгөчө, ландшафттын фильтрациялык жөндөмдүүлүгүнүн бузулушу сыяктуу эвтрофикациянын күчөшүнө түрткү берген негизги факторлордун бири катары белгиленди.

5. Жогорку антропогендик жүктөмгө дуушар болгон аймактарды баалоо жана картографиялык моделдер үчүн комплекстүү экологиялык-экономикалык көрсөткүчтөр түзүлдү. Максаттуу аймактын спецификалык табигый-климаттык жана социалдык-экономикалык шарттарын эске алуу менен жээктеги экосистемалардын аялуулугун баалоонун маанилүүлүгү белгиленген. Изилдөөдө колдонулган комплекстүү аялуу индекси **(ICVI)** аймактын социалдык-экономикалык өнүгүүсүнүн параметрлери менен экологиялык потенциалдын ортосундагы байланышын эске алууга мүмкүндүк берет.

6. Ысык-Көлдүн экосистемасынын экологиялык байкоо тутумунун заманбап санариптик модели иштелип чыкты жана ишке киргизилди, ал өзүнө биофизикалык жана гидрохимиялык параметрлерди камтыйт, жана көлдүн экологиялык абалына комплекстүү баа берүүгө, маалыматтын мазмунун так

талдоо жана болжолдоо процесстерин автоматташтыруу, жана ошондой эле айлана чөйрөнү коргоо жаатында туура жана так чечимдерди кабыл алууга мүмкүндүк берет.

7. Кумтор кенинин бийик тоолуу шарттары жана суук климатын эске алуу менен муңай зат продуктулары менен булганган кыртыштарды ремедиациялоо технологиясы сунушталган. Изилдөөлөр көрсөткөндөй, биостимуляция ыкмасын колдонуу муңай зат продукцияларын бузуу процессин 62,78% га ылдамдаткан, бул ыкманын жогорку натыйжалуулугун жана пайдалуулугун тастыктаган.

ПРАКТИКАЛЫК СУНУШТАР:

1. Айлана-чөйрөнү коргоо жаатындагы көзөмөлдөөчү мамлекеттик органдарга топурактын оор металлдар менен булгануу деңгээлин баалоо үчүн каныгуу коэффициентин (КФ), геоаккумуляциялык индексти (Igeo), булгануу коэффициентин (КФ), булгануу даражасын (Cd), экологиялык коркунучтун потенциалдык индексин (PER) жана экологиялык тобокелдиктин индексин (RI) колдонуу сунушталат.

2. Экологиялык жана техникалык көзөмөл кызматтарына жээк экосистемалардын стресс даражасынын маалыматтуу көрсөткүчтөрү катары чычырканактын (*Hippophae rhamnoides* L.) популяциясында эркек жана ургаачы особдорунун пайыздык катнашын пайдалануу сунуш кылынат.

3. Ысык-Көлдүн экологиялык байкоо улуттук тутумунун программасына хлорофилл-а параметрин жана ***TLI*** индексин киргизүү жолу менен өзгөртүүлөрдү киргизүү сунуш кылынат (13.08.2024-ж.; 20.08.2024-ж. аткаруу актылары).

4. Аймактын социалдык-экономикалык өнүгүүсүнө да, узак мөөнөттүү туруктуу өнүгүүгө жетүү үчүн негизги болуп саналган экосистеманын экологиялык потенциалына да таасирин комплекстүү баалоо үчүн интегралдык аялуу индексин **(ICVI)** пайдалануу сунуш кылынат.

5. «Кумтөр Голд Компани» ЖАКтын зыяндуу калдыктар полигонунун мунай зат продуктулары менен булганган кыртышын рекультивациялоо боюнча сунуштар жана колдонмолор иштелип чыккан. Тазаланган топуракты катмар-кабат толтурууда полигонунун изоляциялык-рекультивациялык катмары катары пайдалануу сунушталат (24.12.2019-ж., С-6123 11.13.2018-ж. иштин бүткөндүгү жөнүндө акт).

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ИШТЕРДИН ТИЗМЕГИ:

1. **Totubaeva, N. E.** An integrated coastal vulnerability index for sustainable development of coastal ecosystems: a case study of Issyk-Kul lake [Text] / N. Totubaeva, Z. Tokpaeva, J. Izakov, R. Abdykadyrova, // Scientia Iranica. – Tehran 2024. – Vol. 31; Same: (online publication). - [Electronic resource]. - Available at: https://scientiairanica.sharif.edu/article_23698.html

2. Bioremediation approaches for oil contaminated soils in extremely high-mountainous conditions [Text] / N. Totubaeva, Z. Tokpaeva, J. Izakov, M. Moldobaev, // Plant, Soil and Environment. – Prague, 2023. – Vol. 69, № 4. – P. 188-193; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://pse.agriculturejournals.cz/pdfs/pse/2023/04/06.pdf

3. **Totubaeva, N. E.** Comparison of the Machigin and CAL Methods for Extraction of Plant Available P in Soils [Text] / U. Buczko, N. E. Totubaeva, R. O. Kuchenbuch, // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – Philadelphia, 2024. – Vol. 55, № 15. – P.2217-2231; Same: [Electronic resource]. - Available at: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2024.2345149

4. Ecological Assessment of Technogenically Disturbed Soils of the Mountain Ecosystems of Kyrgyz Republic based on the TRIAD method [Text] / N. Totubaeva, Z. Tokpaeva, K. Kojobaev, A. Usubalieva, V. Terekhova // Polish Journal of Environmental Studies. – Warszawa, 2022. – № 31 (3). – P. 2256-2272; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://www.pjoes.com/pdf-143509-74305?filename=Ecological%20Assessment%20of.pdf

5. Comparison of Various Ecological Indexes for Environmental Assessment of Vulnerable Mountain Ecosystems [Text] / N. Totubaeva, Z. Tokpaeva, K. Kojobaev, G. Kurmanbekova // Polish Journal of Environmental Studies. – Warszawa, 2020. – № 29 (4). – P. 2879-2887; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://www.pjoes.com/A-Comparison-of-Various-Ecological-Indexes-nfor-Environmental-Assessment-of-Vulnerable,109721,0,2.html.

6. Microbiological Diversity and Biotechnological Potential of the Soil Ecosystem of the High Mountainous Landfill [Text]/ N. Totubaeva, Z. Tokpaeva, A. Akjigit uulu, K. Kojobaev//Polish Journal of Environmental Studies. – Warszawa, 2019. – № 28 (6). – P. 4429-4435; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://www.pjoes.com/pdf-99904-42208?filename=Microbiological%20Diversity. pdf

7. **Totubaeva, N. E.** Dynamics of microbiological diversity of soils in the Chu valley with changes in the type of pasture use [Text] / N. Totubaeva, K. Shalpykov // Arid Ecosystems. – M., 2022. – № 2. – P. 187-192; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://link.springer.com/article/10.1134/S2079096122020135

8. **Totubaeva, N. E.** Potential of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Thickets in Preserving Endangered Ecosystems in Kyrgyz Republic [Text] / N. Totubaeva, A. Usubalieva, R. Abdykadyrova // Grassroots Journal of Natural Resources. – Budapest, 2024. – Vol. 7, № 2. – P. 96-118; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://grassrootsjournals.org/gjnr/0702m00400.html.

9. Ecological aspects in the use of soil enzymes as indicators of anthropogenic soil pollution [Text] / N. Totubaeva, A. Batykova, T. Karches, A. Osmonaliev, V. Sultanalieva // Scientific Horizons. – Ukraine, 2023. – № 26. – P. 88-98; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://sciencehorizon.com.ua/web/uploads/pdf/Scientific%20Horizons_2023_Vol.%2026,%20No.12-88-98.pdf

10. Влияние разработки Кара-Кечинского буроугольного месторождения на состав и свойства вод реки Кара-Кече [Текст]/ К. Кожобаев, Н. Э. Тотубаева, Н. Шайкиева, С. Оторова // Горный журнал. – М., 2022. – № 12. – Р. 68-72; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=50378529

11. Геоэкологические проблемы, связанные с деятельностью горнодобывающих предприятий Кыргызской Республики [Текст] / К. Кожобаев, Г. Молдогазиева, Н. Тотубаева, С. Оторова // Горный журнал. – М., 2016. – № 8. – С. 32-37. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=26469058

12. **Totubaeva, N. E.** Challenges of Transforming Coastal Buffer Zones into Urban Systems and their Sustainable Development Management: Case of Lake Issyk-Kul [Text] / A. Abdyralieva, N. E. Totubaeva // Grassroots Journal of Natural Resources. – 2024. – Vol. 7, № 2. – P. 160-178; Same: [Electronic resource]. – Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=68999076

13. **Тотубаева, Н. Э.** Влияние антропогенных факторов побережья озера Иссык-Куль на состояние облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*) [Текст] / Н. Э. Тотубаева, Э. М. Эсиркепова, К. Кожобаев// Успехи современного естествознания. – Пенза, 2021. – № 5. – С. 110-116; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=46121934

14. **Тотубаева, Н. Э.** Водный режим зарослей облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*) побережья озера Иссык-Куль [Text] / Н. Э. Тотубаева, С. Дуйшебекова, К. Кожобаев // Успехи современного естествознания. – Пенза, 2021. – № 4. – Р. 77-83; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=45705114

15. **Тотубаева, Н. Э.** Анализ изменения земельного фонда Чуйской области с использованием ГИС-технологий [Текст] / Н. Тотубаева, А. Максатбекова // Успехи современного естествознания. – Пенза, 2022. – № 6. – С. 96-102; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=48846661

16. Влияние города Нарын на некоторые показатели вод реки Нарын [Текст] / С. Оторова, Н. Тотубаева, Б. Асанов, К. Кожобаев, // Экология урбанизированных территорий. – М., 2021. – № 2. – С. 33-39; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=46459865

17. **Тотубаева, Н. Э.** Возможности использования высокогорных растений для фиторемедиации нефтезагрязненных грунтов [Текст] / Н. Тотубаева, М. Жумабаева, К. Кожобаев // Успехи современного естествознания. – Пенза, 2020. –№ 5. (19). – С. 96-100; То же: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=42958654

18. Фитотестирование нефтезагрязненных почв с помощью фитотолерантных растений [Текст] / К. Кожобаев, Ж. Токпаева, Г. Эсенжанова, Н. Тотубаева // Проблемы региональной экологии. – М., 2019. – № 2. – С. 20-25; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=37825190

19. Изменения некоторых показателей почв и грунтов города Балыкчы, загрязненных нефтепродуктами после ремедиации [Текст] / Н. Э. Тотубаева, Ж. Токпаева, Г. Талайбекова, К. Кожобаев // Проблемы региональной экологии. – М., 2019. – № 2. – С. 38-42; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=37825190

20. **Тотубаева, Н. Э.** Оценка экологического состояния воды озера Иссык-Куль по индексу трофического состояния (TSI) [Текст] / Н. Тотубаева, // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2023. – № 7. – С. 185-194; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=57837339

21. **Тотубаева, Н. Э.** Фитотестирование почв, загрязненных нефтепродуктами, в условиях длительного загрязнения: на примере города Балыкчы [Текст] / Н. Тотубаева //Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2023. – № 7. – С. 152-156; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=57837329

22. **Тотубаева, Н. Э.** Комплексное использование прибрежных экосистем озера Иссык-Куль – основа устойчивого развития [Текст] / Н. Тотубаева // Исследование живой природы Кыргызстана. – 2021. – № 1. – С. 72-76; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=47311235

23. **Тотубаева, Н. Э.** Подбор оптимальной питательной среды для культивирования углеводородокисляющих бактерий [Текст] / Н. Э. Тотубаева, Ж. Токпаева // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 12. – С. 123-125; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=43930789

24. **Тотубаева, Н. Э.** Оценка возможности переработки твердых бытовых отходов с получением биокомпоста [Текст] / Н. Э. Тотубаева, З. Маймеков //

Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 11. – С. 55-61; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=42637978

25. О некоторых физико-химических показателях грунтовых вод села Ат-Башы [Текст] / С. Оторова, Н. Тотубаева, Г. Молдогазиева, А. Касиев // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 4. – С. 223-227; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=39842318

26. **Тотубаева, Н. Э.** Микробиологическое разнообразие почвы полигона опасных отходов рудника Кумтор [Текст] / А. Акжигит уулу, Н. Э. Тотубаева // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2018. – № 1. – С. 31-34; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=35020941

27. **Тотубаева, Н. Э.** Анализ состояния озера Иссык-Куль по гидрохимическим показателям [Текст] / Н. Тотубаева, Г. Молдогазиева, К. Кожобаев // Наука и новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2017. – № 3. – С. 108-112; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29298620

28. **Тотубаева, Н. Э.** Экогеохимический мониторинг вод озера Иссык-Куль за 2016-2018 гг. [Текст] / Н. Тотубаева, К. Кожобаев // Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2024. – № 5. – С. 48-58; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1fLThXUtz9dX5llCJ2RfF4-gsUpi9Bodl/view

29. **Totubaeva, N. E.** Some indicators of the ecological state of a deep-water lake intensively used for recreational purposes – a case study of Issyk-Kul Lake, Kyrgyz Republic [Текст] / N. Totubaeva, K. Kojobaev //Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики. – 2024. – № 5. – С. 122-134; [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1ZPZLDnLL4UcMnp36sda0fkOKyBB0FBty/view

30. **Totubaeva, N. E.** Changes in agrochemical indicators of soils under the rotational technique of pasture use in the conditions of the Kyrgyz Republic [Текст] / N. E. Totubaeva, K. Shalpykov //International Conferences on Science and Technology; Engineering Science and Technology. – Budva, 2021. – P. 132; То же: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1RlS7t4z5-kJ_PYLZc5Mx-pPn5ELFzeaq/view

Тотубаева Нурзат Эрмековнанын «Түндүк Кыргызстандын туруктуу өнүгүүсүндөгү суу жана топурак факторлору» деген темадагы 03.02.08 – экология адистиги боюнча биология илимдеринин доктору илимий даражасын алуу үчүн жазылган диссертациясынын

РЕЗЮМЕСИ

Ачкыч сөздөр: Экосистеманын экологиялык абалынын критерийлери, туруктуу өнүгүү, экологиялык индекстер, өндүрүш калдыктарын кайра иштетүү, биоремедиация.

Изилдөө объектилери: Оор металлдар, мунай зат менен кирдеген топурактар, Ысык-Көлдүн экосистемасы, Кумтор кени.

Изилдөө предмети: Экологиялык индекстердин жана көрсөткүчтөрдүн негизинде жаратылыш жана техногендик объекттердин суу жана топурак ресурстары.

Изилдөөнүн максаты: Кыргызстандын түндүгүндөгү өнөр жай жана урбанизацияланган райондордун кыртыш жана суу экосистемаларынын экологиялык абалына мониторинг жүргүзүү жана интеграцияланган баалоо критерийлерин иштеп чыгуу жана калдыктарды рециркуляциялоо боюнча технологиялык чечимдерди сунуштоо.

Изилдөө ыкмалары: Суу жана топурак ресурстарынын абалын баалоонун комплекстүү ыкмалары, булганган кыртыштарды биоремедиациялоо ыкмалары, тазаланган кыртыштарды кайра иштетүү жана жаратылыш ресурстарын сарамжалдуу пайдалануу ыкмалары.

Илимий жаңылыгы: Ысык-Көл облусунун урбанизацияланган жана техногендик зоналардын топурак экосистемаларынын экологиялык абалына каныгуу коэффициентинин **(EF)**, геоаккумуляциялык индексинин **(Igeo)**, булгануу факторунун **(CF)**, булгануу даражасынын **(Cd)**, потенциалдык экологиялык тобокелдик индексинин **(PER)** жана экологиялык тобокелдик **(RI)** индекстерин колдонуу менен баа берүү жүргүзүлгөн; Ысык-Көлдүн жээктик экосистемасынын рекреациялык жүктөмүн баалоодо чычырканактын (*Hippophae rhamnoides* L.) фитоиндикациялык параметрлери изилденген; Ысык-Көлдүн экосистемасынын булгануу даражасын баалоого мүмкүндүк берүүчү экологиялык байкоо тутумунун заманбап модели иштелип чыккан; мунай зат продуктулары менен булганган кыртыштарды рекультивациялоонун экологиялык жактан туруктуу технологиялары иштелип чыккан; Кумтөр кенинин бийик тоолуу аймактарынын шарттарында мунай зат продуктулары менен булганган кыртыштарды рекультивациялоонун жана технологиянын акыркы этабында бийик тоолуу өсүмдүктөрдүн жергиликтүү түрлөрүн колдонуунун жолдору иштелип чыккан жана негизделген.

Колдонуу тармагы: Экология жана айлана-чөйрөнү коргоо

РЕЗЮМЕ

докторской диссертации Тотубаевой Нурзат Эрмековны на тему: «Водные и почвенные факторы устойчивого развития севера Кыргызстана», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

Ключевые слова: Критерии экологического состояния экосистем, устойчивое развитие, экологические индексы, рециклинг промышленных отходов, биоремедиация.

Объекты исследования: Почвы загрязненные тяжелыми металлами, нефтепродуктами, экосистема озера Иссык-Куль, рудник Кумтор.

Предмет исследования: водные и почвенные ресурсы, исследуемых природных и техногенных объектов, основанных на экологических индексах и индикаторах.

Цель исследования: Разработка критериев и интегрированной методологии мониторинга и оценки состояния почвенных и водных экосистем в промышленных и урбанизированных районах севера Кыргызстана, а также технологических решений по рециркуляции отходов.

Методы исследования: Интегральные методы оценки состояния водных и почвенных ресурсов, методики биоремедиации загрязненных почв, методы рециркуляции очищенных грунтов и методы рационального использования природных ресурсов.

Научная новизна: Проведена оценка экологического состояния урбанизированных и техногенных зон, с использованием индексов *коэффициент обогащения* **(EF)**, *индекс геоаккумуляции* **(Igeo)**, *коэффициент загрязнения* **(CF)**, *степень загрязнения* **(Cd)**, *индекс потенциального экологического риска* **(PER)** и *индекс экологического риска* **(RI)** в почвах Приисcыкулья; изучены фитоиндикационные параметры облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), в контексте оценки рекреационной нагрузки на прибрежные экосистемы озера Иссык-Куль; разработана современная модель экологического мониторинга экосистемы озера Иссык-Куль позволяющая оценивать степень загрязнения озера; разработаны экологически устойчивые технологии ремедиации нефтезагрязненных почв; в условиях высокогорных территорий рудника Кумтор, разработаны и обоснованы подходы к применению местных видов высокогорных растений на завершающей стадии ремедиации и рекультивации нефтезагрязненных почв.

Область применения: Экология и защита окружающей среды

SUMMARY

of the dissertation of Nurzat Ermekovna Totubaeva on the «Water and soil factors of sustainable development of the north of Kyrgyzstan» for the degree of Doctor of Biological Sciences on specialty 03.02.08 - ecology.

Keywords: criteria of ecological state of ecosystems, sustainable development, ecological indices, industrial waste recycling, bioremediation.

Research objects: soils polluted with oil products, heavy metals, ecosystem of Issyk-Kul Lake, Kumtor mine.

The subject of the study: water and soil resources of the studied natural and anthropogenic objects based on environmental indices and indicators.

Purpose: Development of criteria and integrated methodology for monitoring and assessment of soil and water ecosystems in industrial and urbanized areas of northern Kyrgyzstan, and technological solutions for waste recirculation.

Research methods: integral methods of assessing the state of water and soil resources, methods of bioremediation of contaminated soils, methods of recycling of treated soils and methods of rational use of natural resources.

Results and novelty: assessment of ecological state of urbanized and technogenic zones was carried out, using indices of enrichment factor **(EF)**, geoaccumulation index **(Igeo)**, pollution factor **(CF)**, pollution degree **(Cd)**, potential ecological risk index **(PER)** and ecological risk index **(RI)** in soils of Issyk-Kul district; phytoindication parameters of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) were studied in the context of recreation assessment, in the context of assessing the recreational load on the coastal ecosystems of Lake Issyk-Kul; developed a modern model of ecological monitoring of the ecosystem of Lake Issyk-Kul allowing to assess the degree of pollution of the lake; developed environmentally sustainable technologies for remediation of oil-contaminated soils; in the conditions of high-mountainous areas of the Kumtor mine, developed and substantiated approaches to the use of native species of high-mountainous plants at the final stage of remediation and reclamation of oil-contaminated soils.

Field of application: ecology and environmental protection